

ห้องสมุดคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ สจธ.

การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อช่วยการวางแผนการอนุรักษ์น้ำใต้ดิน

An Application of Geographic Information System  
for Groundwater Conservation Planing



\*H002882\*



รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาโครงการศึกษาระดับปริญญาตรี  
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545  
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ การประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศเพื่อช่วยการวางแผนการอนุรักษ์น้ำใต้ดิน  
นักศึกษา นายรุ่งโรจน์ เกียรติพานิชกิจ  
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. ดร. วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์  
ระดับการศึกษา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ  
แขนงวิชา การจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ  
ปีการศึกษา 2545

### บทคัดย่อ

การอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำใต้ดินเพื่อป้องกันคุณภาพของน้ำไม่ให้ได้รับสารปนเปื้อนจากการวางแผนใช้ที่ดินที่ผิดพลาด เช่น หลุมฝังกลบขยะ บ่อบำบัดน้ำเสีย สามารถทำได้โดยใช้วิธีการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยจากการปนเปื้อนลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน วิธีที่นิยมใช้กัน ได้แก่ DRASTIC Index ซึ่งประเมินจากคุณสมบัติของชั้นน้ำ ผิวดิน ภูมิอากาศ และภูมิประเทศ ซึ่งทำได้ทั้งจากฐานข้อมูลที่มีอยู่หรือรวบรวมได้ และข้อมูลจากการสำรวจในสนาม การวิเคราะห์โดยการประยุกต์ใช้ระบบภูมิสารสนเทศ (GIS) ประกอบการใช้ SQL ประมวลผลข้อมูล จะสามารถช่วยในการประเมินพื้นที่เสี่ยงภัย แม่นยำ และรวดเร็วกว่า อีกทั้งยังสามารถประเมินพื้นที่ขนาดใหญ่ในระดับภูมิภาคเพื่อใช้ประกอบการวางแผน และสามารถปรับปรุงผลการประเมินเมื่อข้อมูลมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

**Title** An Application of Geographic Information System for Groundwater Conservation  
Planing

**Student** Mr. Roongroj Kiatpanichkit

**Advisor** Assoc. Prof. Dr. Wichian Premchaiswadi

**Level of Study** Master of Science in Information Technology

**Major** Information Technology Management

**Academic year** 2002

### ABSTRACT

Conservation of groundwater resources to prevent contaminants invade into groundwater aquifer caused by insufficient of land use planning can be done by means of groundwater vulnerability assessment. DRASTIC index is one of the methods wildly used by collecting of physical properties of aquifer surrounding from existing data. Using geographic information system and its SQL functions can increase the speed and precision of mapping process.

## กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงการศึกษากรณีพิเศษครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความร่วมมือของเจ้าหน้าที่ในกลุ่มงานอุทกธรณีวิทยา กองพัฒนาบ่อน้ำบาดาล กรมโยธาธิการ ที่ช่วยรวบรวมข้อมูล และจัดพิมพ์รายงาน กองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี กรมพัฒนาที่ดิน เทศบาลเมืองหล่มสัก สำนักงานอุตุนิคมวิทยาอำเภอหล่มสัก ที่ได้อนุเคราะห์ข้อมูลสำหรับการศึกษา และที่สำคัญอย่างยิ่ง คือ อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. วิเชียร เปรมชัยสวัสดิ์ ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ยิ่ง ขอแสดงความขอบคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา '!!!' และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ .

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	V
สารบัญภาพ.....	VI
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 หลักการ.....	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2. แนวคิดการจัดทำแผนที่.....	4
2.1 แนวคิดการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนสู่ชั้นน้ำบาดาล.....	6
2.2 การประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาล.....	7
2.3 สารปนเปื้อนในน้ำบาดาล.....	9
2.4 ฐานข้อมูล (Database).....	9
2.5 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System - GIS).....	12
3. สภาพพื้นที่ประเมิน.....	16
3.1 สภาพพื้นที่ศึกษา.....	16
3.2 อุทกธรณีวิทยา.....	16
3.3 สภาพน้ำบาดาลในเขตพื้นที่ศึกษา.....	18
4. การจัดทำแผนที่.....	20
4.1 การนำเข้าข้อมูล.....	20
4.2 การประมวลผลข้อมูล.....	22
4.3 การประเมินผล.....	28

5. ผลการศึกษา .....	31
5.1 ผลการศึกษา.....	31
5.2 ค่าดัชนีที่ได้จากการวิเคราะห์ทาง DRASTIC .....	32
5.3 สรุป .....	32
5.4 เสนอแนะ.....	33
บรรณานุกรม.....	35

ภาคผนวก

ก แผนที่แสดงชั้นของ Parameters

ก-1 แผนที่แสดงระดับน้ำใต้ดินและทิศทางการไหล

ก-2 แผนที่แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย

ก-3 แผนที่แสดงชนิดของดินและการใช้ที่ดิน

ก-4 แผนที่แสดงค่าความแตกต่างของความชื้น

ก-5 แผนที่แสดงค่าคุณสมบัติการไหล (Hydraulic Conductivity)

ข ตารางข้อมูลองค์ประกอบ

ข-1 ข้อมูลระดับน้ำบาดาลสูงสุดในรอบปี

ข-2 ปริมาณน้ำฝน

ข-3 ข้อมูลชั้นดิน

ข-4 ข้อมูลชั้นดินระดับต้น

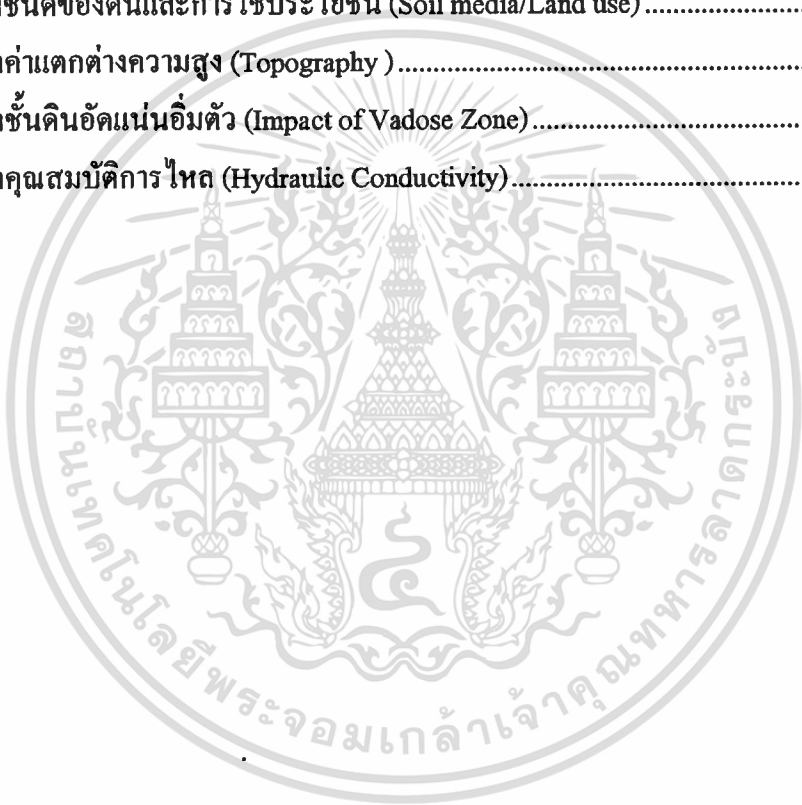
ข-5 ข้อมูลค่าคุณสมบัติการไหลของน้ำบาดาล

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

4.1 แสดงแหล่งเก็บข้อมูลที่สามารถนำมาใช้เพื่อประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาล .....	23
4.2 แสดงค่าระดับน้ำ (Depth to Water Table) .....	24
4.3 แสดงค่าปริมาณน้ำฝน (Net Recharge) .....	24
4.4 แสดงชนิดของชั้นให้น้ำ (Aquifer media) .....	25
4.5 แสดงชนิดของดินและการใช้ประโยชน์ (Soil media/Land use) .....	25
4.6 แสดงค่าแตกต่างความสูง (Topography) .....	25
4.7 แสดงชั้นดินอัดแน่นอิมตัว (Impact of Vadose Zone) .....	26
4.8 แสดงคุณสมบัติการไหล (Hydraulic Conductivity) .....	26



## สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่

1.1 แสดงลักษณะที่สารปนเปื้อนอาจไหลลงสู่ชั้นน้ำบาดาล .....	2
2.1 แสดง Diagram สำหรับการเลือกวิธีประเมิน.....	6
2.2 แสดงขั้นตอนการประเมินด้วยวิธี GOD.....	7
2.3 แสดงกระบวนการประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาล .....	8
2.4 แสดงลักษณะของแผนที่ภูมิสารสนเทศ .....	12
2.5 แสดงตัวอย่างแผนที่แบบ Vector และแบบ Raster.....	14
3.1 แผนที่อุทกธรณีวิทยาจังหวัดเพชรบูรณ์ .....	19
4.1 Algorithm ของการพัฒนาแผนที่ตามระบบ Point Count System Models.....	22
5.1 แผนที่แสดงความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสู่ชั้นน้ำบาดาลบริเวณเทศบาลเมืองหล่มสัก.....	31

# บทที่ 1

## บทนำ

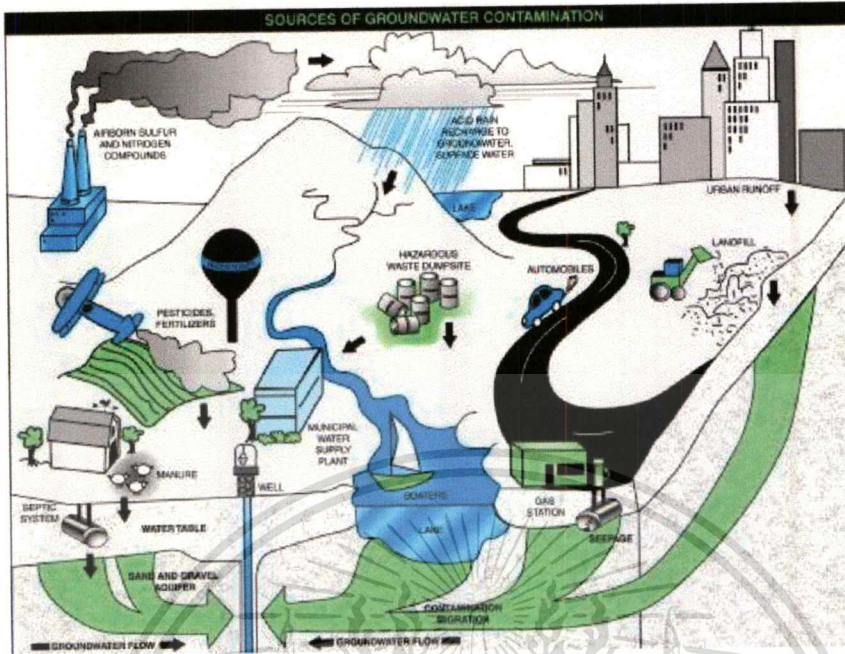
### 1.1 ความเป็นมาของปัญหา

การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของประชากรในเขตเมืองพร้อมกับการเติบโตของอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อมและอุตสาหกรรมในครัวเรือน ก่อให้เกิดมลภาวะขึ้นหลายด้าน โดยเฉพาะที่มีผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำ ทั้งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน องค์กรที่บริหารจัดการในระดับท้องถิ่นจำเป็นต้องมีศักยภาพในการจัดการให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น จะต้องตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมใกล้ตัว และคำนึงถึงการพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) เพื่อคุณภาพชีวิตที่ดีของคนในปัจจุบันและอนุชนรุ่นต่อไป

การจัดทำแผนที่แสดงพื้นที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนสู่ชั้นน้ำบาดาล (Groundwater Vulnerability Map) เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งสำหรับการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาลอย่างยั่งยืน สามารถใช้เป็นเครื่องมือเพื่อสำหรับป้องกันมิให้คุณภาพของน้ำบาดาลถูกปนเปื้อนจากสารพิษที่เกิดจากกิจกรรมของชุมชน เช่น หลุมฝังกลบขยะมูลฝอย บ่อน้ำบาดาลน้ำเสีย เป็นต้น ในการวางแผนการใช้ที่ดินนั้น จะต้องพิจารณาองค์ประกอบสำคัญหลายอย่าง ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำผิวดินกับน้ำบาดาล ลักษณะของกลุ่มน้ำ ความเสี่ยงต่อการปนเปื้อน การใช้ประโยชน์ที่ดิน โอกาสหรือความสามารถในการบริหาร และจัดการหรือควบคุมการวางแผนนั้น

ในทางกฎหมายหน่วยงานของรัฐไม่มีอำนาจในการกำหนดทิศทางการใช้ทรัพยากรในเชิงอนุรักษ์เท่าที่ควร แม้ว่าจะมีพระราชบัญญัติน้ำบาดาลมาบังคับใช้แล้วก็ตาม แต่ยังคงขาดบุคลากร และเจ้าพนักงานในท้องถิ่นยังขาดความเข้าใจในปัญหา ปัจจัยที่สำคัญยิ่งคือจิตสำนึกของประชาชนในท้องถิ่นที่จะร่วมมือกันปกป้องทรัพยากรใกล้ตัวนั่นเอง

ชั้นน้ำบาดาลที่ถูกสารพิษปนเปื้อนแล้วก็ยากที่จะฟื้นฟูแก้ไข (Remediation) ให้กลับคืนสู่สภาพเดิมได้ เนื่องจากความซับซ้อนของชั้นดินและปัจจัยต่างๆ เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ การดูดซับสารละลายของเม็ดตะกอนดิน ตลอดจนแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลของน้ำและดิน ด้วยเหตุนี้ การป้องกันด้วยการประเมินความเสี่ยงและหลีกเลี่ยงผลกระทบจากมลพิษจึงเป็นวิธีที่คิดว่าการแก้ไขฟื้นฟู (วรุณมธีร์ สุวานเสน.2543)



รูปที่ 1.1 แสดงลักษณะที่สารปนเปื้อนอาจไหลลงสู่ชั้นน้ำบาดาล

## 1.2 หลักการ

แนวคิดในการประเมินจุดเสี่ยงของน้ำบาดาล (Groundwater Vulnerability) นั้น เกิดขึ้นจากสมมุติฐานที่ว่า สภาวะแวดล้อมและกิจกรรมต่างๆ ในชุมชนเมืองในยุคปัจจุบัน อาจก่อให้เกิดสารปนเปื้อนต่างๆ ซึมลงไปในชั้นน้ำบาดาลได้ และเราก็สามารถที่จะหาวิธีป้องกันหรือหลีกเลี่ยงมิให้ผลกระทบดังกล่าวเกิดขึ้นได้ คำว่า จุดเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสู่ชั้นน้ำบาดาล (Vulnerability of groundwater to contamination) หมายถึง ระดับความเสี่ยงหรือโอกาสเสี่ยงที่สารปนเปื้อนจะซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลตามสภาวะของอุทกธรณีวิทยาที่นำมาแสดงในรูปของแผนที่เพื่อปกป้องทรัพยากรน้ำบาดาลในแต่ละพื้นที่

หลักการพื้นฐานของการประเมินจุดเสี่ยงของน้ำบาดาลคือพื้นที่บางแห่งมีโอกาสที่สารปนเปื้อนสามารถไหลซึมลงไปถึงชั้นน้ำบาดาลได้ง่ายกว่าพื้นที่อื่นๆ ในบริเวณเดียวกัน โดยมีปัจจัยมาจากลักษณะทางกายภาพทางอุทกธรณีวิทยาที่แตกต่างกันไป ดังนั้น การจัดแบ่งพื้นที่แยกออกจากกันเป็นหน่วยย่อยๆ ตามโอกาสเสี่ยงนี้ แสดงไว้ในแผนที่เป็นค่าเชิงเปรียบเทียบเฉพาะบริเวณที่ทำการประเมินเท่านั้นและไม่ใช้ค่าที่นำไปใช้กับพื้นที่อื่นๆ ได้ นอกจากนี้แล้ว วิธีการประเมินที่ใช้ ส่วนใหญ่จะวิเคราะห์จากคุณสมบัติทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทั่วไป เช่น การใช้ที่ดิน (Land use) แต่ไม่ได้ประเมินจากกิจกรรมบนพื้นที่ที่ก่อให้เกิดมลพิษ หรือ ชนิดของสารปนเปื้อนที่อาจเกิดจากกิจกรรมนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินจุดเสี่ยงต่อการปนเปื้อนนี้ ไม่ได้พิจารณาปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการเดินทางของสารปนเปื้อนไปสู่ชั้นน้ำบาดาล ไม่ว่าจะเป็นการแพร่กระจายตัว การละลายในน้ำ หรืออัตราการย่อยสลายตัวของสารปนเปื้อนเหล่านั้น อีกทั้งยังไม่ได้พิจารณาถึงปัจจัยที่ชั้นดินทำหน้าที่กรอง หรือดูดซับสารปนเปื้อนเอาไว้ก่อนที่จะลงไปสู่ชั้นน้ำบาดาล อย่างไรก็ตาม การประเมินโอกาสเสี่ยงต่อการปนเปื้อนโดยอาศัยคุณสมบัติทางอุทกธรณีวิทยาและองค์ประกอบทางกายภาพ ก็สามารถใช้เป็นค่าเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ได้เป็นอย่างดี

ในการจัดทำแผนที่นี้ ได้ใช้ระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System) เข้ามาช่วย เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังสามารถปรับปรุงแผนที่ได้ตามการเปลี่ยนแปลงของข้อมูล ไปจากเดิม

### 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการจัดทำแผนที่ประเมินความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสู่ชั้นน้ำบาดาล (Groundwater Vulnerability Map) ในเขตเทศบาลเมืองหล่มสักนี้ มีดังต่อไปนี้

- 1) จัดทำแผนที่เพื่อให้ผู้บริหารเทศบาลเมืองหล่มสักใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจเลือกพื้นที่เพื่อทำกิจกรรมใดๆ ของเทศบาล ที่อาจจะมีผลกระทบต่อชั้นน้ำบาดาล ผลที่ได้จะตกแก่ชุมชน ประชากรจะสามารถใช้น้ำบาดาลได้อย่างไม่ต้องวิตกกังวลต่อคุณภาพของน้ำอีกต่อไป
- 2) เพื่อเป็นการกระตุ้นให้ประชากรในท้องถิ่นให้ตระหนักถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับทรัพยากรแหล่งน้ำ และร่วมกันปกป้องให้สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน
- 3) เพื่อใช้เป็นต้นแบบหรือแนวทางของการผลิตแผนที่ในเขตเทศบาลอื่นๆ หรือองค์การบริหารส่วนตำบล สำหรับใช้ในการบริหารและการจัดการทรัพยากรท้องถิ่นต่อไป

## บทที่ 2

### แนวคิดการจัดทำแผนที่

#### 2.1 แนวคิดการประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อนสู่ชั้นน้ำบาดาล

แนวคิดในการประเมินจุดเสี่ยงของน้ำบาดาล (Groundwater Vulnerability) นั้น เกิดขึ้นจากสมมุติฐานที่ว่า สภาวะแวดล้อมและกิจกรรมต่างๆ ในชุมชนเมืองในยุคปัจจุบัน อาจก่อให้เกิดสารปนเปื้อนต่างๆ ซึมลงไปในชั้นน้ำบาดาลได้ และเราก็สามารถที่จะหาวิธีป้องกันหรือหลีกเลี่ยงมิให้ผลกระทบดังกล่าวเกิดขึ้นได้ คำว่าจุดเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสู่ชั้นน้ำบาดาล (Vulnerability of groundwater to contamination) หมายถึง ระดับความเสี่ยงหรือโอกาสเสี่ยงที่สารปนเปื้อนจะซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลตามสภาพทางอุทกธรณีวิทยาที่นำมาแสดงในรูปของแผนที่เพื่อปกป้องทรัพยากรน้ำบาดาลในแต่ละพื้นที่

หลักการพื้นฐานของการประเมินจุดเสี่ยงของน้ำบาดาลคือพื้นที่บางแห่งมีโอกาสที่สารปนเปื้อนสามารถไหลซึมลงไปถึงชั้นน้ำบาดาลได้ง่ายกว่าพื้นที่อื่นๆ ในบริเวณเดียวกัน โดยมีปัจจัยมาจากลักษณะทางกายภาพทางอุทกธรณีวิทยาที่แตกต่างกันไป ดังนั้น การจัดแบ่งพื้นที่แยกออกจากกันเป็นหน่วยย่อยๆ ตามโอกาสเสี่ยงนี้ แสดงไว้ในแผนที่เป็นค่าเชิงเปรียบเทียบเฉพาะบริเวณที่ทำการประเมินเท่านั้น ไม่ใช่ค่าที่นำไปใช้กับพื้นที่อื่นๆ ได้ นอกจากนี้แล้ว วิธีการประเมินที่ใช้ ส่วนใหญ่จะวิเคราะห์จากคุณสมบัติทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมทั่วไป เช่น การใช้ที่ดิน (Land use) แต่ไม่ได้ประเมินจากกิจกรรมบนพื้นที่ที่ก่อให้เกิดมลพิษหรือชนิดของสารปนเปื้อนที่อาจเกิดจากกิจกรรมนั้น

การประเมินจุดเสี่ยงต่อการปนเปื้อนนี้ไม่ได้พิจารณาปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อการเดินทางของสารปนเปื้อนไปสู่ชั้นน้ำบาดาล (Jaroslav, V. and Zaporosec, A. Editors. 1994) ไม่ว่าจะเป็นการแพร่กระจายตัว การละลายในน้ำ หรืออัตราการย่อยสลายตัวของสารปนเปื้อนเหล่านั้น อีกทั้งยังไม่ได้พิจารณาถึงปัจจัยที่ชั้นดินทำหน้าที่กรอง หรือ ดูดซับสารปนเปื้อนเอาไว้ก่อนที่จะลงสู่ชั้นน้ำบาดาล อย่างไรก็ตาม การประเมินโอกาสเสี่ยงต่อการปนเปื้อนโดยอาศัยคุณสมบัติทางอุทกธรณีวิทยาและองค์ประกอบทางกายภาพ ก็สามารถใช้เป็นค่าเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ได้เป็นอย่างดี

ระดับของความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาลที่จะถูกสารปนเปื้อนไหลซึมลงไปในชั้นน้ำ ขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมทางอุทกธรณีวิทยา ทั้งปัจจัยที่เป็นธรรมชาติและปัจจัยที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในชุมชนที่มีประชากรหนาแน่น ดังนั้น ในการประเมินปัจจัยเสี่ยงที่

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้เกิดการไหลซึมปนเปื้อนของสารพิษควรจะต้องรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ ปัจจัยที่ก่อให้เกิดสารพิษ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำ และอาจจะต้องพิจารณาลักษณะหรือพฤติกรรมที่สารเหล่านั้นมีปฏิกริยากับสภาวะแวดล้อมในขณะที่สารนั้นเคลื่อนตัวลงสู่ชั้นน้ำบาดาล

วิธีการที่ใช้ในการประเมินจุดเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาลมีอยู่หลายวิธี สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ (Vrba and Zaporozec, 1994) ได้แก่

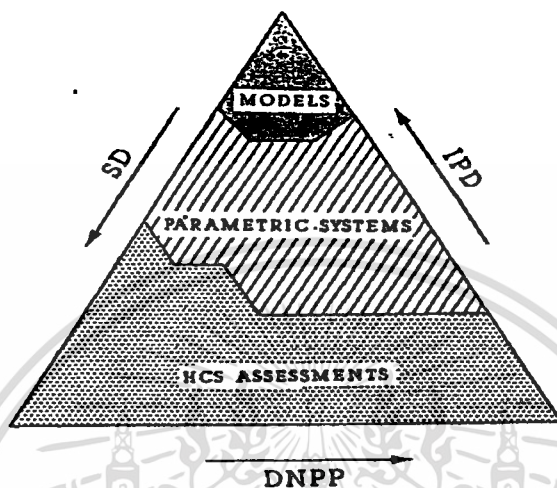
- 2.1 การประเมินจากสภาพอุทกธรณีวิทยา (Hydrogeologic Setting) ใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับชั้นน้ำบาดาลและชั้นดิน รวมทั้งข้อมูลที่มีผลกระทบต่อ การไหลซึมของน้ำจากผิวดินลงสู่ใต้ดิน วิธีนี้เหมาะสำหรับพื้นที่ขนาดใหญ่
- 2.2 การประเมินโดยการวิเคราะห์ปัจจัยแวดล้อม (Parametric Analysis) ซึ่งรวมถึง Matrix system, Rating system และ Point Count system แต่ละวิธีมีการเลือกพิจารณาจากปัจจัย (Parameter) ที่มีผลต่อความเสี่ยงหรือความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของชั้นน้ำบาดาล นอกจากนี้ บางวิธียังพิจารณาให้น้ำหนักแก่ปัจจัยที่มีผลมากหรือน้อยต่อการไหลซึมของสารปนเปื้อน และกำหนดช่วงคะแนนของปัจจัยแต่ละอย่างสำหรับคำนวณอัตราความเสี่ยงของพื้นที่
- 2.3 การประเมินจากการเปรียบเทียบเชิงสัมพันธ์และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Analogical Relation and Numerical Model) ใช้สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์แสดงดัชนีความเสี่ยงซึ่งมักใช้ประเมินเฉพาะกับสารปนเปื้อนเฉพาะราย ใช้ได้ดีกับพื้นที่ที่มีโครงสร้างซับซ้อนหรือเป็นโพรงถ้ำในหินปูน หรือมีความไม่แน่นอนจากความแปรปรวนของภูมิอากาศมาคำนวณเพื่อประเมินความเสี่ยงต่อการปนเปื้อน

การพิจารณาข้อมูลเพื่อเลือกวิธีการประเมิน มีปัจจัยประกอบ 3 ประการ (Jaroslav, V. and Zaporosec, A. Editors. 1994) คือ

- 1) ความหนาแน่นของตำแหน่งที่สำรวจข้อมูล (Density of Surveyed Points – ISD)
- 2) จำนวนข้อมูลในตำแหน่งที่สำรวจ (Number of Information Secured for any Point – DNPP) และ
- 3) ขนาดมาตราส่วนของแผนที่ (Scale Denominator – SD) ในรูปที่ 2.1 แสดง Diagram ที่ใช้พิจารณา ดังนี้
  - แผนที่ที่มีมาตราส่วนเล็กและมีความซับซ้อน ต้องมีความหนาแน่นของตำแหน่งข้อมูลสูง อาจจะใช้การประเมินแบบ Model
  - ความหนาแน่นของตำแหน่งข้อมูลปานกลาง มีจำนวนข้อมูลพอสมควร อาจจะใช้ Parametric System

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

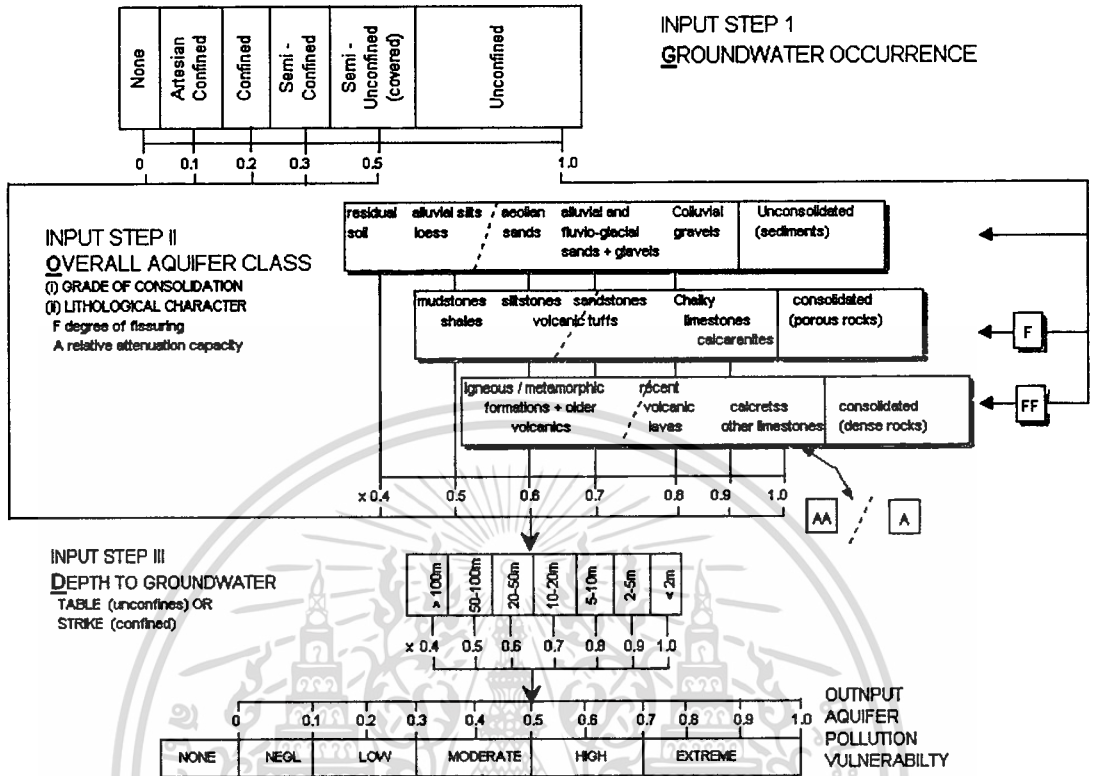
- ความหนาแน่นของตำแหน่งข้อมูลต่ำ และจำนวนข้อมูลน้อย อาจใช้วิธี Hydrogeologic setting กับแผนที่มาตราส่วนกลางหรือใหญ่



รูปที่ 2.1 แสดง Diagram สำหรับการเลือกวิธีประเมิน

ในจำนวนวิธีการประเมินทั้งสามกลุ่ม กลุ่มที่ใช้การวิเคราะห์ปัจจัยแวดล้อม (Parametric Analysis หรือ Parametric System) ดูเหมือนเป็นที่นิยมมากกว่ากลุ่มอื่นๆ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะมีการนำข้อมูลสถานะแวดล้อมทั้งหลายมาประกอบการวิเคราะห์ประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาลนั่นเอง วิธีที่ใช้กันแพร่หลาย ได้แก่ GOD ซึ่งเป็นระบบให้คะแนน (Rating System) ตามข้อมูลแวดล้อมของพื้นที่ประเมิน วิธี DRASTIC และ SINTACS ซึ่งเป็นแบบ Point Count System Models มีการพิจารณาจากปัจจัยที่มีผลต่ออันตราย มีการให้น้ำหนักและระดับแก่ตัวปัจจัยเหล่านั้น บางครั้งจึงเรียกรวมนี้อีกว่า Parametric Weighting and Rating Methods

วิธี GOD พิจารณาจากข้อมูลที่นำเข้า 3 ชั้น (รูปที่ 2.2) ได้แก่ ชนิดของชั้นน้ำบาดาล (Groundwater Occurrence) กลุ่มหรือลักษณะของชั้นให้น้ำ (Overall Aquifer Class) และความลึกของระดับน้ำใต้ดิน (Depth to Groundwater Table) ผลรวมของ Input ทั้ง 3 ชั้น จะเป็นค่าความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาลบริเวณที่ทำการประเมิน



รูปที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการประเมินด้วยวิธี GOD

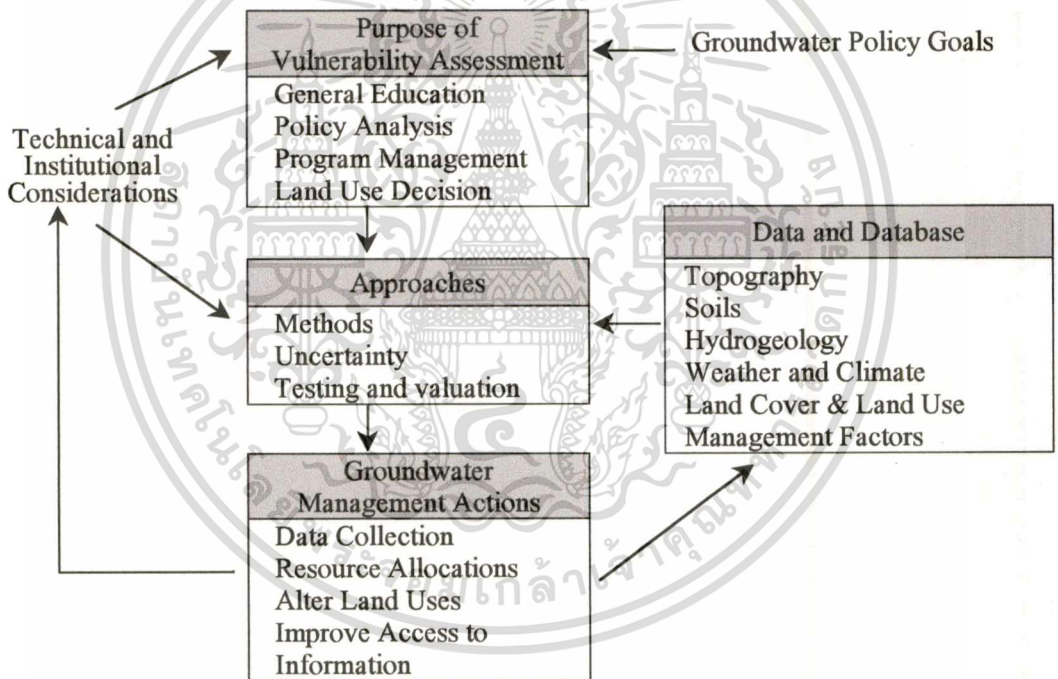
วิธี DRASTIC ประเมินจากปัจจัยแวดล้อมของพื้นที่ 7 อย่าง ได้แก่ ความลึกของน้ำใต้ดิน (Depth to groundwater) ปริมาณน้ำฝนต่อปี (Recharge) ชนิดของชั้นน้ำบาดาล (Aquifer media) ชนิดของหน้าดิน (Soil media) ระดับภูมิประเทศ (Topography) ผลกระทบต่อชั้นดินต้น (Impact of vadose zone) และสัมประสิทธิ์การซึมได้ของชั้นน้ำบาดาล (Hydraulic Conductivity) มีการให้น้ำหนัก (Weight) และระดับคะแนน (Rating) ตามปัจจัยแวดล้อมและผลรวมเป็นค่าเชิงสัมพัทธ์ที่แสดงความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของชั้นน้ำบาดาลบริเวณนั้น

วิธี SINTACS ปรับปรุงจากวิธี DRASTIC มีการให้ Weight ประเมินปัจจัย 7 อย่าง เช่นเดียวกัน ได้แก่ ระดับความลึกของน้ำ (Depth to water - S) ปริมาณน้ำฝนต่อปี (Net Recharge - I) ชั้นดินที่ไม่อิ่มน้ำ (Unsaturated zone - N) ชนิดของดิน (Soil media - T) ชนิดของชั้นน้ำ (Aquifer media - A) สัมประสิทธิ์การซึมได้ของชั้นน้ำบาดาล (Hydraulic Conductivity - C) และภูมิประเทศพื้นผิว (Topographic Surface - S)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 การประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาล (Groundwater Vulnerability Assessment)

ระดับของความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาลที่จะถูกสารปนเปื้อนไหลซึมลงไปในชั้นน้ำ ขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมทางอุทกธรณีวิทยาทั้งที่เป็นธรรมชาติและที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในชุมชนที่มีประชากรหนาแน่น ดังนั้น ในการประเมินปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการไหลปนเปื้อนของสารพิษควรจะต้องรวบรวมข้อมูลตั้งแต่ ปัจจัยที่ก่อให้เกิดสารพิษ ปัจจัยที่ทำให้เกิดการไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำ และอาจจะต้องพิจารณาลักษณะหรือพฤติกรรมที่สารเหล่านั้นมีปฏิกริยากับสภาวะแวดล้อมในขณะที่สารนั้นเคลื่อนตัวลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ธรรมชาติได้สร้างเกราะป้องกันตัวเองจากสารปนเปื้อนอยู่แล้ว แต่บางบริเวณที่เสี่ยงเนื่องมีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม จำเป็นต้องป้องกันหรือหลีกเลี่ยงการไหลซึมลงไปในของน้ำที่มีสารพิษปลอมปน



รูปที่ 2.3 แสดงกระบวนการประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาล (National Academic Press. 1993)

ในกระบวนการประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาล มีองค์ประกอบหลักดังแสดงรูปที่ 2.3 เริ่มจากการพิจารณาจุดประสงค์ของการประเมิน เลือกวิธีการที่ใช้ประเมินซึ่งเกี่ยวข้องกับความไม่แน่นอนและการประเมินผล พิจารณาข้อมูลที่ต้องการ ข้อมูลที่มีอยู่หรือสามารถหาได้ และคุณภาพของข้อมูลที่จะใช้ และสุดท้ายคือการนำผลจากการประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาลไปใช้เพื่อการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาลเป็นกระบวนการที่มีการเคลื่อนไหวและต้องทำซ้ำๆ (Iterative process) (National Academic Press. 1993; Ratana, Piyachat. 2000) แม้กระทั่งเป้าหมายของการประเมินก็อาจจะต้องมีการปรับปรุงแก้ไขหลังจากการสำรวจข้อมูลที่มีอยู่แล้ว (Ratana, Piyachat. 2000) การเลือกวิธีที่จะใช้ประเมินต้องพิจารณาอย่างรอบคอบจากข้อมูลที่มีว่ามีความถูกต้องน่าเชื่อถือมากเพียงใด

ในการพิจารณาวัตถุประสงค์ของการประเมินจะต้องพิจารณาในด้านวิชาการและองค์ประกอบอื่นๆ เช่น รูปแบบของแผนที่ ระบบภูมิสารสนเทศที่จะใช้ ระยะเวลาและงบประมาณ ผลจากการประเมินความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนเป็นคุณสมบัติที่เปรียบเทียบกับพื้นที่รอบๆ การประเมินใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความถูกต้องของข้อมูลพื้นฐานที่นำมาวิเคราะห์ ปัจจัยสำคัญที่พิจารณา ได้แก่

- ระยะเวลาที่สารปนเปื้อนเคลื่อนที่ลงสู่ชั้นน้ำบาดาล
- ระยะเวลาที่สารปนเปื้อนคงตัวอยู่ในชั้นน้ำบาดาล
- ความสามารถของชั้นดินในการทำให้ปริมาณสารปนเปื้อนบางเบาลง (Attenuation Capacity)

### 2.3 สารปนเปื้อนในน้ำบาดาล (Groundwater Contaminant)

สารปนเปื้อนที่มักพบในน้ำบาดาล ได้แก่ โลหะหนัก เศษสารอาหาร อินทรีย์สาร ปุ๋ยและยาฆ่าแมลง เกลือ แบคทีเรียและไวรัส ชั้นดินที่น้ำซึมผ่านจะช่วยทำให้ปริมาณสารปนเปื้อนบางเบาลงได้บ้าง จากปฏิกิริยาเคมี ชีวะวิทยา และกระบวนการทางกายภาพ (Barbash, J. E. et al. 1999) ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะเกิดขึ้นมากในชั้นดินที่ไม่มีน้ำอิ่มตัว (Unsaturated zone) โดยเฉพาะในชั้นรากพืช (Root zone)

### 2.4 ฐานข้อมูล (Database)

ประกอบด้วยข้อมูลที่หน่วยราชการหรือหน่วยงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ได้เก็บรวบรวมไว้ มีทั้งฐานข้อมูลในรูปตารางและแผนที่ (ดังตารางที่ 1) และข้อมูลที่เก็บจากในสนามในกรณีที่ไม่สามารถหาข้อมูลได้ สิ่งที่ต้องพิจารณาคือความถูกต้องของข้อมูล (Data integrity) ความหนาแน่นของข้อมูล (Data density) เปรียบเทียบกับพื้นที่ประเมิน และมาตราส่วนของแผนที่ ประเมินความเสี่ยงที่จะทำขึ้น ตัวอย่างเช่น ข้อมูลมากและหนาแน่นสามารถใช้ประเมินพื้นที่ขนาดเล็ก แต่ถ้าข้อมูลมีความหนาแน่นน้อยก็สามารถใช้ประเมินอย่างคร่าวๆ กับพื้นที่ขนาดใหญ่

ข้อมูลสำคัญต่างๆ ที่อาจจะเลือกใช้เพื่อวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยง ได้แก่

(1) ภูมิประเทศ (Topography)

- ระดับความสูง (Elevation)
- ความลาดชัน (Slope)
- ทางน้ำผิวดิน (Surface runoff paths)
- การเปลี่ยนแปลงของผิวดิน (Variability of land surface)
- ความหนาแน่นของทางน้ำ (Stream network density)

(2) พืชปกคลุมดิน (Vegetable Cover)

- การใช้ที่ดิน (Land use)
- ทางน้ำใต้ดิน (Subsurface water pathway)
- พื้นที่รับน้ำและพื้นที่ระบายน้ำ (Recharge and discharge areas)

(3) ภูมิอากาศ (Climatology)

- ปริมาณน้ำฝนต่อปี (Annual Precipitation)
- อุณหภูมิเฉลี่ย (Temperature)
- ความชื้นสัมพัทธ์ (Humidity)
- รังสีความร้อน (Solar radiation)
- การระเหยน้ำ (Evaporation)

(4) ดิน (Soil)

- ความหนา (Thickness)
- โครงสร้าง (Structure)
- ลักษณะเนื้อดิน (Texture)
- แร่ประกอบในดิน (Mineralogy)
- คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพ (Chemical and physical properties)

(5) อุทกวิทยา (Hydrology)

- อัตราการไหลของแม่น้ำ (Streamflow discharge)
- การวิเคราะห์กราฟ (Hydrograph analysis)
- อัตราการไหลของน้ำบาดาลไหลลงสู่แม่น้ำ (Baseflow)

(6) อุทกธรณีวิทยา (Hydrogeology)

- ก. ชั้นไม่อิ่มน้ำ (Unsaturated zone)
- ระดับน้ำใต้ดิน (Depth to water)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความหนาของชั้นไม่อิ่มน้ำ (Thickness)
- ลักษณะของชั้นไม่อิ่มน้ำ (lithostratigraphy)
- แร่ประกอบหิน (Mineralogy)
- ดัชนีการแตกหัก (Fracture index)
- ความพรุนของชั้นดิน (Effective porosity)
- อัตราการอิ่มตัวของผิวดิน (Saturation ratio of surficial deposits)

ข. ชั้นอิ่มน้ำ (Saturated zone)

- ลักษณะของชั้นอิ่มน้ำ (Lithostratigraphy)
- โครงสร้างทางธรณีวิทยา (Geological structure)
- ความพรุนของชั้นน้ำ (Effective porosity)
- สัมประสิทธิ์ความซึมได้ของดิน (Permeability)
- สัมประสิทธิ์การจ่ายน้ำ (Transmissivity)
- สัมประสิทธิ์การกักเก็บของชั้นน้ำ (Storativity)
- สัมประสิทธิ์ความซึมได้ของชั้นน้ำ (Hydraulic conductivity)
- ทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน (Flow direction)

(7) การใช้น้ำบาดาล (Groundwater Use)

- ตำแหน่งที่ระบายน้ำ (Water-discharge points) เช่น น้ำพุ หรือบ่อน้ำบาดาล
- ตำแหน่งที่สูบน้ำบาดาล (Location of groundwater extraction works)
- แหล่งน้ำผิวดินและใต้ดิน (Surface and groundwater sources)
- การกระจายและการใช้น้ำ (Distribution and usage)

(8) เคมีของน้ำ (Chemistry)

- Hydrochemistry คุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน ปริมาณธาตุไอโซโทป อายุของน้ำบาดาล
- ลักษณะของการปนเปื้อน (Contaminant Features) การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ สารปนเปื้อนในน้ำ และลักษณะทางเคมีและทางกายภาพของสารนั้น ปริมาณความเข้มข้น ระยะของครึ่งชีวิต (Half-life) ความคงทน และการเคลื่อนที่ในชั้นน้ำ

(9) ผลกระทบจากมนุษย์ (Human Impact) ขอบเขตของชุมชนเมือง ตำแหน่งและชนิดของโรงงานอุตสาหกรรม แหล่งที่มาของสารปนเปื้อนโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อน วัตถุประสงค์หลักของการป้องกันการปนเปื้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

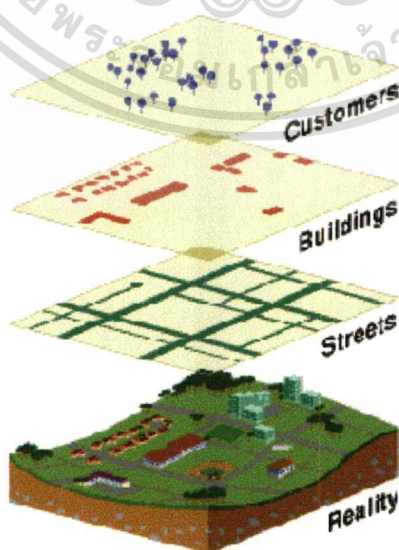
## 2.5 ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System - GIS)

ระบบภูมิสารสนเทศ (Geographic Information System) เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์ เรียกใช้ สืบค้นข้อมูลที่สัมพันธ์กับภูมิศาสตร์ ข้อมูลประกอบด้วยข้อมูลแผนที่ (Spatial data) และข้อมูลที่สัมพันธ์กับแผนที่ (Attribute data) ซึ่งเป็นการรวมข้อมูลภูมิศาสตร์ (Geography) แสดงผลในรูปของกราฟฟิกร่วมกับข้อมูลสารสนเทศซึ่งแสดงผลในรูปของตาราง (Star, J. and Ester, J. 1990)

ข้อมูลภูมิศาสตร์ ได้แก่ แม่น้ำ เขื่อน อ่างเก็บน้ำ ภูเขา ถนน ขอบเขตพื้นที่ ระดับความสูง ที่ตั้งชุมชน ฯลฯ นอกจากนี้ ยังมีข้อมูลใช้เฉพาะงานแผนที่ เช่น ข้อมูลตำแหน่งบ่อน้ำบาดาล ตำแหน่งสถานีวัดน้ำฝน ข้อมูลชนิดหินหรือดิน ข้อมูลป่าไม้หรือป่าสงวน เป็นต้น

แผนที่ภูมิสารสนเทศส่วนใหญ่เป็นจากการซ้อนทับ(Overlay) แผนที่ต่างๆ หลายชั้น (Layer) ซึ่งแต่ละชั้นจะแยกประเภทของข้อมูล (ดังรูปที่ 2.4) ที่มีลักษณะเป็นจุด (Point) เช่น ตำแหน่งสถานีตำรวจ วัด โรงเรียน ตำแหน่งบ่อน้ำ ลักษณะเป็นเส้น (Line) เช่น แม่น้ำ ถนน ทางรถไฟ และลักษณะเป็นรูปพื้นที่เส้นรอบ (Polygon) เช่น พื้นที่ป่าสงวน พื้นที่ลุ่มน้ำต่างๆ

ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบภูมิสารสนเทศก็คือ ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System หรือ (DBMS) ซึ่งมีฟังก์ชัน Query ช่วยในการสืบค้นข้อมูล การนำเข้าข้อมูลอาจทำได้โดยการพิมพ์ป้อนแบบ Manual หรือแบบ Semi-automatic โดยการใช้โต๊ะ Digitizer หรือแบบ Fully Automatic คือการ Scan ภาพเข้าไป นอกจากนี้ ยังสามารถใช้ภาพถ่ายดาวเทียม (Remote Sensing) และการนำเข้าข้อมูลจากตารางข้อมูลหรือฐานข้อมูลทั่วไป



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะของแผนที่ภูมิสารสนเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่มุ่งหมายให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.1 ส่วนประกอบของ GIS

โดยทั่วไปประกอบด้วย ข้อมูลเกี่ยวกับระยะและคุณสมบัติของฐานข้อมูล หัวใจหลักของระบบคือฐานข้อมูล ซึ่งเป็นแผนที่ ที่มีส่วนข้อมูลในรูปตัวเลข ในฐานข้อมูลประกอบไปด้วยฐานข้อมูลเกี่ยวกับระยะทาง ซึ่งอธิบายภูมิศาสตร์ของผิวโลกและฐานข้อมูลของคุณสมบัติ ซึ่งอธิบายถึงลักษณะในตัวของข้อมูลนั้นๆ

#### ระบบแสดงผลของการเขียนแผนที่

- ช่วยให้ส่วนที่ถูกเลือกในฐานข้อมูลสามารถแก้ไขทำให้เป็นแผนที่ออกมาได้ ระบบการนำเข้าแผนที่
- ช่วยในการเปลี่ยนแผนที่ในรูปกระดาษเป็นข้อมูลทางตัวเลขระบบการจัดการฐานข้อมูล
- ช่วยในการจัดการคุณสมบัติของฐานข้อมูล เช่นข้อมูลสถิติและข้อมูลตารางให้รวมและแยกได้

#### ระบบการวิเคราะห์ทางภูมิศาสตร์

สามารถที่จะวิเคราะห์ฐานข้อมูลของตำแหน่งและคุณสมบัติที่เกี่ยวข้อง หัวข้อนี้เป็นหัวข้อหลักของ GIS ซึ่งถือว่าดีกว่าระบบทำแผนที่ทั่วไปหรือ CAD และในขั้นสูงจะมี

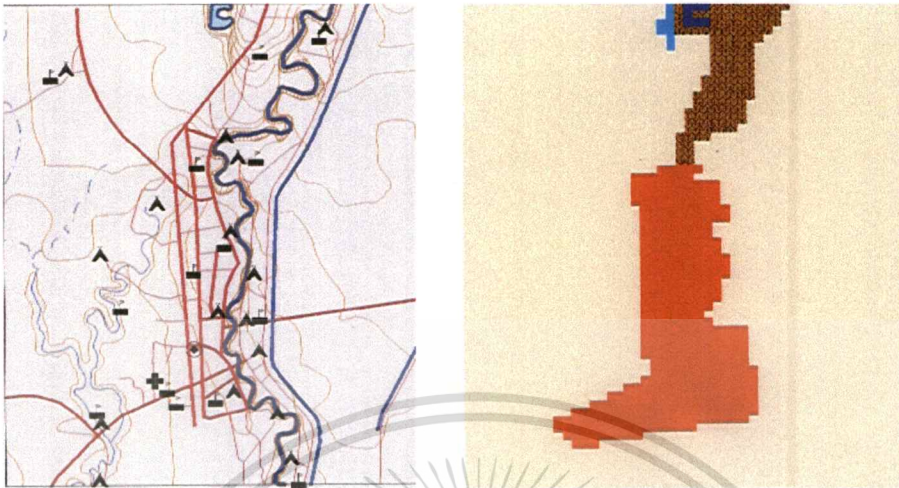
- ระบบกระบวนการจำลองข้อมูล ซึ่งช่วยกระบวนการ แปลและจัดเรียงข้อมูลการรับรู้ระยะไกล
- ระบบการวิเคราะห์ทางสถิติ ช่วยเตรียมการและเส้นทางของรายละเอียดในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 2.5.2 การแสดงข้อมูลของแผนที่

ในการแสดงข้อมูลของแผนที่ที่มี 2 ระบบคือ Raster และ Vector (รูปที่ 2.5) Raster จะแสดงข้อมูลจริงในรูปแบบ เซลล์ (cells) ซึ่งในแต่ละ เซลล์จะกำหนดขนาดโดยพิกเซล(pixel) โดยจะอยู่ในรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและแสดงถึงที่ดินในพื้นที่ศึกษา ซึ่งค่าในแต่ละเซลล์จะเป็นค่าเฉลี่ยของค่าตัวแปรใน เซลล์-พื้นที่ ซึ่งขนาดในพื้นที่ศึกษาถูกแบ่งโดยจำนวน แถวและสดมภ์ เป็นเซลล์ เท่าๆ กัน

Vector จะแสดงข้อมูลจริงในรูป เส้น, รูปหลายเหลี่ยมหรือจุด โดยมีพิกัด X,Y เป็นตัวกำหนดที่ตั้งซึ่งสามารถเก็บคุณสมบัติที่สำคัญในรูปของเส้น (Line) จุด (Point) และพื้นที่ (Polygon)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่างแผนที่แบบ Vector (ซ้าย) และแบบ Raster (ขวา)

### 2.5.3 โปรแกรมที่ใช้ปฏิบัติการในโครงการศึกษา

โปรแกรม MapInfo เป็นโปรแกรมที่สามารถทำงานได้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์อย่างสมบูรณ์ โดยมีองค์ประกอบ คือ

- องค์ประกอบด้านกราฟฟิก
- องค์ประกอบด้านฐานข้อมูลที่เชื่อมโยงกับข้อมูลกราฟฟิก
- องค์ประกอบด้านระบบพิกัดแผนที่ (Map Projection)
- มีระบบการนำเข้าข้อมูลกราฟฟิก
- มีความสามารถในการวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลในเชิงสถิติ
- มีความสามารถในการสืบค้นหาข้อมูล
- มีเครื่องมือในการสร้างข้อมูลแผนที่และสามารถทำการพิมพ์ผลลัพธ์แผนที่ในมาตราส่วนที่ต้องการ

ระบบการสร้างเพิ่มข้อมูลของโปรแกรมภูมิสารสนเทศ MapInfo เมื่อทำการสร้างข้อมูลในระบบของโปรแกรม MapInfo แล้วโปรแกรมจะสร้างเพิ่มข้อมูลต่างๆ โดยในระดับชั้นข้อมูลหนึ่งๆระบบเพิ่มข้อมูลมาตรฐาน จะประกอบด้วยเพิ่มข้อมูลที่มีส่วนต่างๆ อย่างน้อย 4 เพิ่มข้อมูลคือ

- \*.tab เป็นเพิ่มข้อมูลที่ถูกเขียนขึ้นด้วยรหัส ASCII ประกอบด้วยข้อมูลที่เกี่ยวข้อง Version รหัสภาษาตัวอักษรที่ใช้ และองค์ประกอบของ Field ต่างๆที่มีในเพิ่มข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญญาติให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มูลที่เป็นข้อมูลเชิงบรรยาย เพิ่มข้อมูล tab นี้ จะเป็นเพิ่มข้อมูลที่ใช้ในการเปิดข้อมูลเข้าสู่ระบบของโปรแกรม หรือกล่าวอีกนัยหนึ่ง เมื่อใช้คำสั่งเปิดเพิ่มข้อมูล โปรแกรมจะมองเห็นเพิ่มข้อมูลนี้โดยใช้คำสั่ง File/Open Table

- \*.id เป็นเพิ่มข้อมูลที่เขียนด้วยรหัส Binary เก็บข้อมูลเกี่ยวกับ หมายเลขประจำตัวของ Object ต่างๆที่ถูกสร้างขึ้นในระบบของ โปรแกรม
  - \*.dat เป็นเพิ่มข้อมูลที่เขียนด้วยรหัส Binary เก็บข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลเชิงบรรยาย
  - \*.map เป็นเพิ่มข้อมูลที่เขียนด้วยรหัส Binary เก็บข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลกราฟฟิก
- เพิ่มข้อมูลมาตรฐานทั้ง 4 แฝมนี้จะต้องมีอยู่ครบ โปรแกรมจึงจะสามารถเรียกข้อมูลได้อย่างสมบูรณ์ จะขาดเพิ่มข้อมูลอันใดอันหนึ่งไม่ได้ ในกรณีที่มีข้อมูลอยู่หลายชั้นข้อมูลที่ถูกรวมเข้าด้วยกัน โปรแกรมจะทำการสร้างเพิ่มข้อมูลที่มีนามสกุล \*.wor ซึ่งถ้า บันทึกรหัสข้อมูลเป็นนามสกุลนี้จะทำให้สะดวกในการเรียกข้อมูลในภายหลัง โดยใช้คำสั่ง File/Open Workspace เนื่องจากชั้นข้อมูลหนึ่งๆ โปรแกรมจะสร้างเพิ่มข้อมูลขึ้นมา 4 แฝม ทำให้มีเพิ่มข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นเป็นจำนวนมาก จึงควรมีการบันทึกข้อมูลใน Directory ที่เป็นส่วนเฉพาะแต่ละงานไป

## บทที่ 3

### สภาพพื้นที่ประเมิน

#### 3.1 สภาพพื้นที่สำรวจ

เทศบาลเมืองหล่มสัก อำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ มีพื้นที่เพียง 7 ตารางกิโลเมตรเศษ แต่ก็มีส่วนราชการและกิจกรรมบางอย่างของเทศบาลรวมทั้งชุมชนรอบๆ เขตเทศบาลที่จัดว่าเป็นส่วนหนึ่งของเทศบาล ดังนั้น การศึกษาประเมินผลกระทบต่อชั้นน้ำบาดาลนี้ จึงได้ศึกษารอบคลุมถึงพื้นที่รอบๆ เขตเทศบาลรวมทั้งหมดประมาณ 30 ตารางกิโลเมตร (6 x 5 ตารางกิโลเมตร) ภูมิประเทศของเขตเทศบาลและบริเวณโดยรอบ มีลักษณะเป็นที่ราบ มีความลาดเอียงเพียงเล็กน้อย พื้นที่ทางทิศเหนือมีความสูงกว่าบริเวณอื่นๆ มีแม่น้ำป่าสักทางด้านตะวันออก และลำน้ำพุงไหลผ่านทางด้านทิศตะวันตกและขนานกันจากทิศเหนือผ่านลงไปทางทิศใต้

#### 3.2 อุทกธรณีวิทยา (บริษัท เลน(ประเทศไทย) จำกัด.2544)

ลักษณะพื้นที่ของอำเภอหล่มสักเป็นที่ราบลุ่มริมฝั่งแม่น้ำป่าสัก มีแนวเทือกเขาเพชรบูรณ์ขนานทั้งสองข้าง ชั้นหินให้น้ำส่วนใหญ่พบเป็นชั้นน้ำตะกอนหินร่วนกึ่งหินแข็ง Tsc (ร้อยละ 45) ครอบคลุมพื้นที่ตอนกลางก่อนไปทางตะวันตกของอำเภอ ตั้งแต่ตำบลท่าอิฐ ตำบลสักหลาด ตำบลหนองสว่าง ซึ่งอยู่ทางด้านทิศเหนือของอำเภอ ลงไปสิ้นสุดที่ตำบลช้างตะลูดทางด้านทิศใต้

รองลงมาพบเป็นชั้นน้ำ PCms (ร้อยละ 35) พบครอบคลุมพื้นที่ทางด้านตะวันออกของตัวอำเภอ ในส่วนที่เป็นเทือกเขาเพชรบูรณ์ ตั้งแต่ตอนกลางของตำบลท่าอิฐ ตำบลห้วยไร่ ลงมาสิ้นสุดที่ตำบลบ้านกลางและตำบลช้างตะลูด นอกจากนี้ยังพบเป็นพื้นที่แคบๆ เป็นแนวยาวตามทางฝั่งตะวันตก ในเขตตำบลบึงน้ำเต้า

ชั้นน้ำ R1k พบเป็นพื้นที่ประมาณร้อยละ 20 พบแทรกอยู่ในชั้นน้ำ PCms ในเขตตำบลห้วยไร่-บ้านดิว-ปากช่อง และตำบลบ้านกลาง ทางด้านตะวันออกของอำเภอ ส่วนทางด้านตะวันตก พบเป็นแนวขอบเขตด้านตะวันตกของอำเภอ ในเขตตำบลน้ำก้อ - น้ำซุน - บึงน้ำเต้า

ชั้นน้ำ Qfd เป็นชั้นน้ำในตะกอนหินร่วน พบในแนวลำน้ำป่าสัก ตั้งแต่เขตตำบลท่าอิฐทางด้านเหนือ ลงมาทางตำบลหล่มสัก สิ้นสุดที่ตำบลตาลเดี่ยว และพบเป็นแนวถัดลงมาตั้งแต่บริเวณตำบลลานบ่า ผ่านตำบลบ้านไร่ ลงไปจนสุดเขตอำเภอด้านทิศใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลโดยรวมสรุปได้ว่าพบชั้นหินให้น้ำอยู่ที่ระดับความลึกระหว่าง 5 - 320 เมตร มีค่าระดับน้ำปกติระหว่าง 1 - 90 เมตร ธรณะน้ำลดยู่ระหว่าง 1 - 14 เมตร ความสามารถในการให้น้ำ 1 - 60 ลบ.ม./ชม. ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยทั้งอำเภอประมาณ 11,800 ลบ.ม./ปี

แหล่งน้ำบาดาลส่วนใหญ่เป็นชั้นน้ำ Tsc ความลึกชั้นน้ำระหว่าง 15 - 45 เมตร (45 - 60 เมตร เป็นบางแห่ง) มีค่าระดับน้ำปกติ 4 - 8 เมตร นอกจากนี้ ยังพบชั้นน้ำ RJlk ความลึกชั้นน้ำ 10 - 20 เมตร ระดับน้ำปกติ 8 - 12 เมตร ชั้นน้ำ PCms ความลึกชั้นน้ำ 15 - 25 เมตร ระดับน้ำปกติ 8 - 14 เมตร และชั้นน้ำ Qfd ความลึกชั้นน้ำ 10 - 20 เมตร ระดับน้ำปกติ 6 - 12 เมตร

คุณภาพของน้ำบาดาล เมื่อพิจารณาจากค่าปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (TDS: total dissolved solid) โดยรวมมีค่าต่ำกว่า 500 มก./ล. พบว่าตามแนวถนนป่าสัก ตั้งแต่ตำบล ลักหลง ตำบลหนองสว่าง ผ่านลงมาทางตำบลหล่มสัก ตำบลตาลเดี่ยว จนมาสิ้นสุดที่ตำบลบึงคล้า เป็นบริเวณที่น้ำมีค่า TDS 500 - 1,500 มก./ล. ตำแหน่งที่น้ำมีค่า TDS > 1,500 มก./ล. พบในเขตบ้าน กุดโค ตำบลหนองสว่าง บ้านร่องกู่ใต้ ตำบลบ้านโสก และที่บ้านห้วยลาน ตำบลน้ำขุน อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าคุณภาพน้ำโดยภาพรวมในแง่ของปริมาณ TDS จะมีค่าอยู่ในเกณฑ์ดี แต่เมื่อพิจารณา ในรายละเอียด โดยอาศัยผลการวิเคราะห์ทางเคมีพบว่าคุณภาพน้ำในบางบริเวณอาจไม่เหมาะสม สำหรับการบริโภค มีรายละเอียด ดังนี้

ปริมาณเหล็ก พบว่าโดยส่วนใหญ่ (ร้อยละ 90) มีค่าไม่เกินมาตรฐาน (0.5 มก./ล.) และไม่เกินกว่าปริมาณที่ยอมรับได้ (1.0 มก./ล.) มีที่สูงเกินกว่าปริมาณที่ยอมรับได้ มีปริมาณ เหล็กระหว่าง 1.0 - 5.0 มก./ล. ประมาณร้อยละ 10 โดยพื้นที่ส่วนใหญ่จะอยู่ในแนวถนนป่าสัก

พื้นที่ที่มีค่าปริมาณเหล็กระหว่าง 1.0 - 5.0 มก./ล. ที่ครอบคลุมเป็นบริเวณกว้าง มากที่สุด (80 ตร.กม.) พบครอบคลุมพื้นที่ในเขตตำบลบ้านกลาง-ช้างตะลูด-บ้านไร่ ร่องลงมาพบ บริเวณตำบลตาลเดี่ยว-บ้านโสก-ปากช่อง (พื้นที่ประมาณ 15 ตร.กม.) ร่องลงมามีขนาดไม่เกิน 10 ตร.กม. พบบริเวณตำบลบึงน้ำเต้า-บึงคล้า และตำบลบ้านคิ้ว-ห้วยไร่

สำหรับพื้นที่ที่มีค่าปริมาณเหล็กมากกว่า 5.0 มก./ล. พบเป็นพื้นที่ขนาด 15 ตร.กม. ในเขตตำบลบึงคล้า และพบเป็นพื้นที่แคบๆ กระจายตัวในเขตตำบลน้ำเธิษ-ฝายนาแซง ตำบลน้ำก้อ ตำบลน้ำขุน ตำบลบึงน้ำเต้า ตำบลลานป่า ตำบลบ้านห้วย ตำบลน้ำเต้า และตำบลห้วยไร่

ปริมาณแมงกานีส โดยรวม (ร้อยละ 86) มีค่าไม่เกินมาตรฐาน (0.3 มก./ล.) และ ไม่เกินกว่าปริมาณที่ยอมรับได้ (0.5 มก./ล.) และบริเวณที่มีค่าระหว่าง 0.5 - 2.0 มก./ล. (ร้อยละ 14) พบเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ยาวต่อเนื่องตามแนวถนนป่าสักตั้งแต่ตำบลท่าอัญญาลงมาทางตำบลหล่มสัก ผ่านตำบลตาลเดี่ยว ตำบลหนองไขว่ ตำบลลานป่า และสิ้นสุดที่ตำบลบ้านไร่

ปริมาณคลอไรด์ พบว่าโดยรวมมีค่าไม่เกินมาตรฐาน (ไม่เกิน 200 มก./ล.) และไม่เกินกว่าปริมาณที่ยอมรับได้ (600 มก./ล.) มีเพียงพื้นที่แคบๆ ขนาดไม่เกิน 1 ตร.กม. บริเวณบ้านร่องคูใต้ ตำบลบ้านโสก และบ้านน้ำพุ ในเขตตำบลวัดป่าเท่านั้น ที่มีค่าปริมาณคลอไรด์อยู่ที่ระดับสูงกว่า 1,200 มก./ล.

ปริมาณความกระด้าง พบว่าส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินมาตรฐาน (ไม่เกิน 300 มก./ล.) และไม่เกินกว่าปริมาณที่ยอมรับได้ (500 มก./ล.) มีบริเวณที่พบว่ามีค่าในระดับ 500 - 1,000 มก./ล. เป็นพื้นที่แคบๆ ขนาดประมาณ 2 ตร.กม. ที่บ้านกุกโก ในเขตตำบลหนองสว่าง-ฝายนาแซง และบริเวณตำบลหล่มสัก-ตาลเด็ชว และที่บ้านร่องคูใต้ ตำบลบ้านโสก เป็นตำแหน่งที่มีค่าความกระด้างมากกว่า 1,000 มก./ล.

ปริมาณไนเตรด พบว่าโดยรวมมีค่าไม่เกินมาตรฐาน และไม่เกินปริมาณที่ยอมรับได้ (45 มก./ล.)

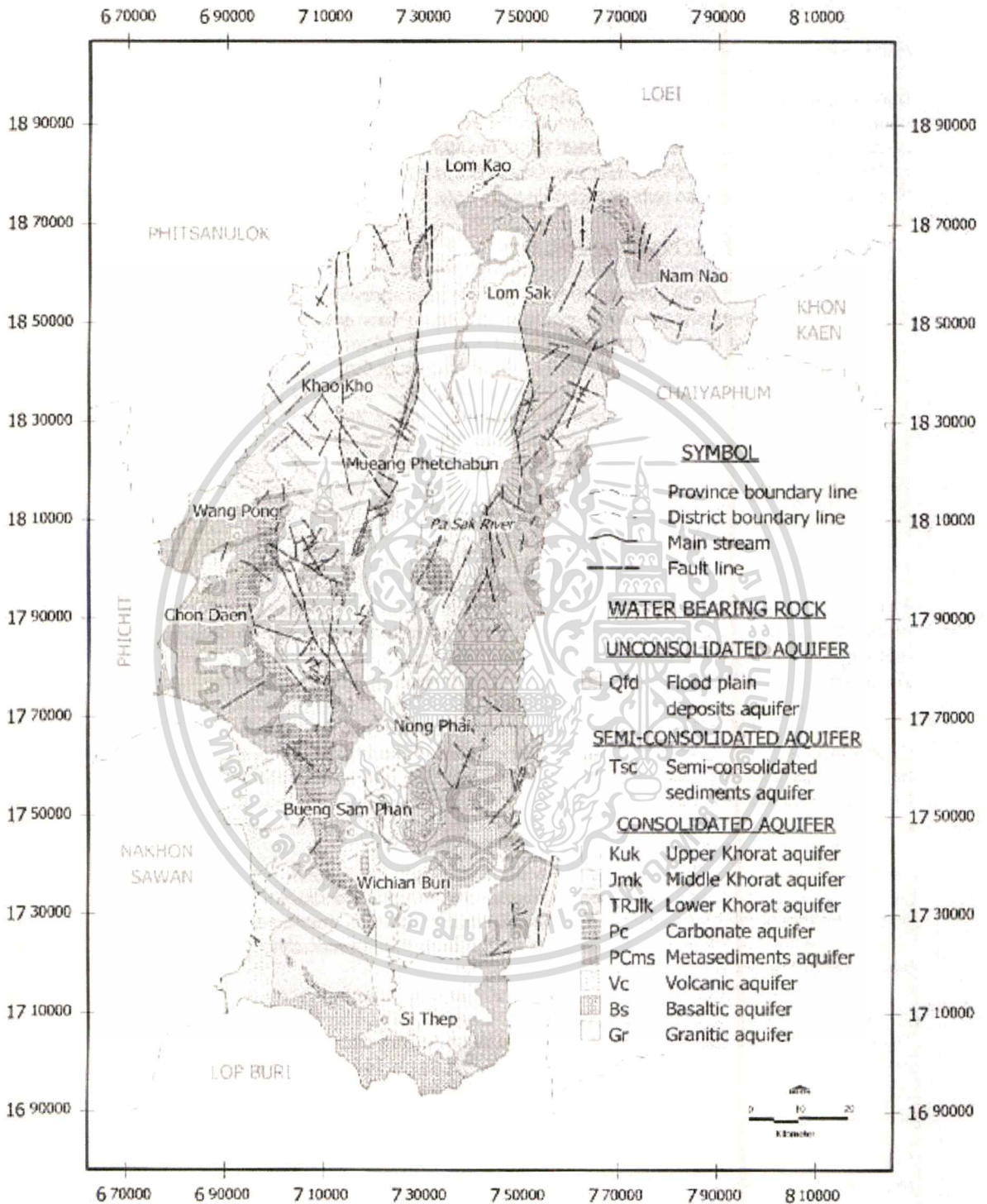
ปริมาณซัลเฟต พบว่าโดยรวมมีค่าไม่เกินมาตรฐาน (200 มก./ล.) และไม่เกินกว่าปริมาณที่ยอมรับได้ (250 มก./ล.)

ค่าความกร่อยเค็ม (Salinity) โดยรวมมีค่าปริมาณเกลือทั้งหมดที่ละลายในน้ำอยู่ในระดับต่ำกว่า 600 มก./ล. ซึ่งแสดงว่าน้ำบาดาลในพื้นที่อำเภอหล่มสักควรเป็นน้ำจืดทั้งหมด ยกเว้นบ้านร่องคูใต้ ตำบลบ้านโสก และบ้านน้ำพุ ในเขตตำบลวัดป่า ที่มีค่าปริมาณคลอไรด์อยู่ที่ระดับสูงกว่า 1,200 มก./ล. อาจพบน้ำบาดาลที่มีคุณภาพกร่อยถึงเค็มได้

### 3.3 สภาพน้ำบาดาลในเขตพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาระดับน้ำใต้ดินภายในพื้นที่ศึกษานี้ แบ่งเป็นระดับน้ำในบ่อน้ำตื้นจำนวน 28 บ่อ บ่อดอกจำนวน 50 บ่อและบ่อน้ำบาดาลจำนวน 66 บ่อ รวมทั้งสิ้น 144 บ่อ ( ตารางที่ ข-1 ในภาคผนวก ข ) พบว่าชั้นน้ำทั้ง 3 ชั้นมีระดับค่อนข้างตื้นทางด้านตะวันออกและบริเวณตอนกลางของพื้นที่ศึกษา

ในการวิเคราะห์ทิศทางการไหล ( Flow Direction ) ของชั้นน้ำตื้นที่มีผลต่อการปนเปื้อนมากที่สุดนั้น พบว่าชั้นน้ำในบ่อน้ำตื้นมีระดับน้ำระหว่าง 0.03 - 5.39 เมตร และมีระดับเฉลี่ย 2.65 เมตร ได้ใช้โปรแกรม Surfer 7.0 สร้างแผนที่แสดงทิศทางการไหลจากระดับน้ำที่อยู่ตื้นไปยังที่ระดับน้ำลึกตาม Flow Gradient ดังแสดงไว้ในรูปที่ ก-1 ( ภาคผนวก ก ) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำใต้ดินระดับตื้นจะมีทิศทางการไหลออกไปสู่แม่น้ำป่าสักเป็นส่วนใหญ่



รูปที่ 3.1 แผนที่อุทกธรณีวิทยาจังหวัดเพชรบูรณ์ (บริษัท เสน(ประเทศไทย) จำกัด.2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การจัดทำแผนที่

#### 4.1 การนำเข้าข้อมูล

ในการนำเข้าข้อมูลจำเป็นต้องมีการนำเข้าข้อมูลเพื่อสร้างเป็น vector และ raster ในโครงการนี้ใช้การนำเข้าข้อมูล 2 กรณี คือ

- นำเข้าผ่านการสแกนแผนที่แล้วทำการดิจิทัลไอเซอร์ข้อมูลบนจอภาพสแกน
- นำเข้าข้อมูลที่ได้จาก โปรแกรมอื่น

##### 4.1.1 การนำเข้าผ่านการดิจิทัลไอเซอร์ข้อมูลบนจอภาพ

โปรแกรม Mapinfo มีความสามารถที่จะนำเข้าภาพสแกนแผนที่ใน Format ต่างๆ เช่น Bitmap Tiff หรือ Pcx เป็นต้น การนำเข้าภาพสแกนแผนที่ สามารถทำได้โดยคำสั่ง File/Open ในขั้นแรกโปรแกรมจะแสดงกรอบเพื่อการเปิดเพิ่มข้อมูล ให้ไปที่ File Type โดยเลือกชนิดของข้อมูลเป็น Raster Image

จากนั้นให้ทำการเลือกชื่อแฟ้มรูปภาพ โปรแกรมจะแสดงกรอบให้ทำการเลือกว่าจะเปิดเพื่อ Display หรือ เพื่อการ Register ภาพ ให้เลือก Register

เมื่อเลือก Register แล้วจะปรากฏรูปเพื่อการกำหนดจุด Control point ในระบบ Map Projection ที่ต้องการ

- ขั้นแรก กำหนด Projection ให้เป็น UTM WGS84 zone 47north
- เปลี่ยน Units เป็น meters
- กำหนด Control Point ควรกำหนดอย่างน้อย 4 จุด

เมื่อกำหนดจุดแล้ว การเปิดข้อมูลในภายหลัง ให้เปิดเพิ่มข้อมูล tab ได้เลย ข้อมูลการ Register จะยังคงอยู่ การเริ่มทำการดิจิทัลไอเซอร์ข้อมูลในกรณีนี้ โปรแกรมจะไม่อนุญาตให้ทำการใดๆ กับชั้นข้อมูลภาพสแกน ดังนั้นการจะสร้างชั้นข้อมูลใหม่ทุกครั้ง ให้ไปที่ Cosmetic Layer ใน Layer Control ชั้น Cosmetic Layer เปรียบเสมือนแผ่นกระดาษเปล่า สำหรับการสร้างข้อมูลใหม่ จากนั้นจึงเริ่มทำการดิจิทัลไอเซอร์ข้อมูล โดยใช้รูปสแกนแผนที่เป็น Background โดยใช้เครื่องมือ เมื่อสร้างข้อมูลกราฟฟิกหนึ่งๆ โปรแกรมจะสร้างข้อมูลในฐานข้อมูลให้โดยอัตโนมัติ แต่ข้อมูลจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วย Field เดียวคือ Field Id ในขั้นแรกให้สร้างข้อมูลที่ละเอียดขึ้นให้เสร็จ เมื่อเสร็จแล้วให้บันทึกแล้วตั้งชื่อเพิ่มข้อมูลก็จะได้เพิ่มข้อมูลกราฟฟิกขึ้นมา ถ้าต้องการเพิ่มเติมข้อมูลเชิงบรรยายในฐานข้อมูล เช่น ต้องการเพิ่ม Field อื่นเพิ่มเติม สามารถทำได้โดยไปที่เมนู Table/ Mantance/ Table Structure เมื่อเลือกแล้วโปรแกรมจะแสดงกรอบให้ Modify ฐานข้อมูล โดยสามารถทำการ Add Field ต่างๆเพิ่มเติมได้

#### 4.1.2 การนำเข้าข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมอื่น

การนำเข้าข้อมูลจากแหล่งภายนอก สามารถทำได้ใน 2 กรณี คือ การนำเข้าข้อมูลเชิงบรรยายและการนำเข้าข้อมูลกราฟฟิก

- การนำเข้าข้อมูลเชิงบรรยาย จากโปรแกรมอื่น ได้แก่ Excel, Lotus 123, Dbase หรือ Ascii Text File เป็นต้น สามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง File/ Open แล้วเลือกไปที่ File Type
- การนำเข้ากราฟฟิกจาก โปรแกรมอื่น สามารถทำได้โดยไปที่เมนู Table/ Import ดังแสดงในรูป รูปแบบที่โปรแกรมสามารถนำเข้าได้แก่ MIF ซึ่งมาจาก MapInfo Interchange Format และจาก DXF Format ของโปรแกรม AutoCAD

เมื่อได้นำเข้าข้อมูลเรียบร้อยแล้วขั้นต่อไปจะเป็นการจัดการข้อมูลให้อยู่ในรูป raster

และ vector

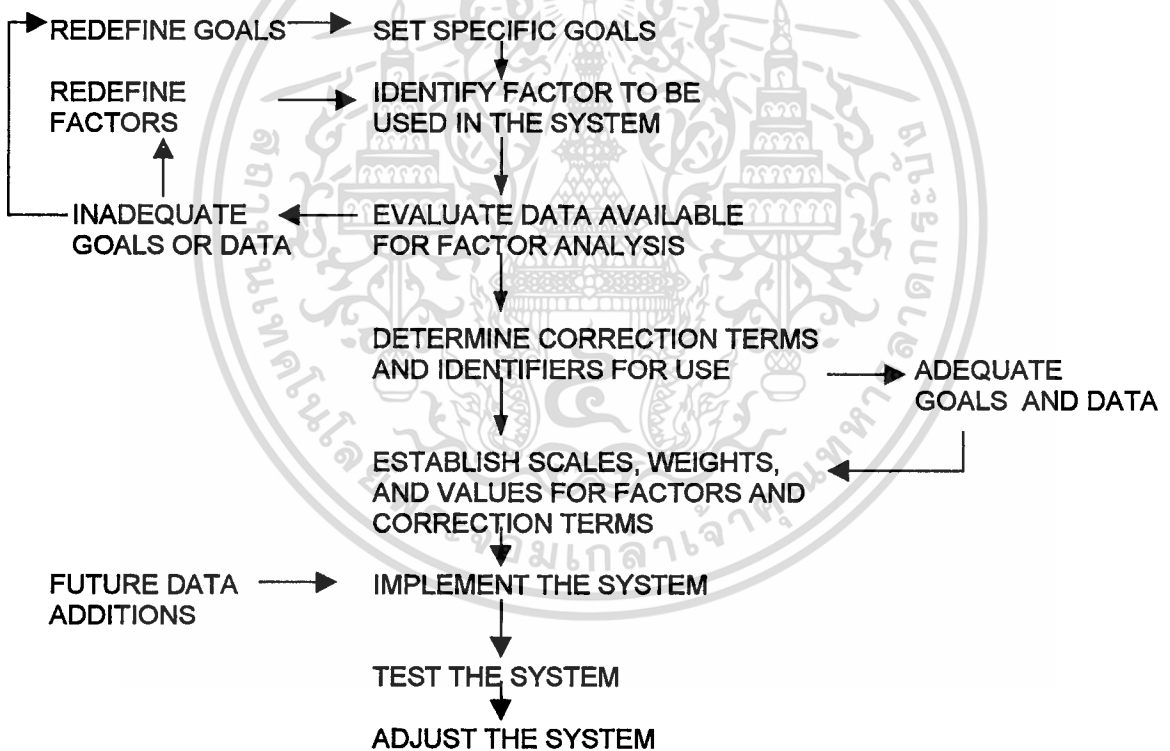
- การจัดการข้อมูลให้อยู่ในรูป vector
- เมื่อข้อมูลที่นำเข้าได้คือดิจิทัลแล้วข้อมูลนั้นๆ ก็จะเป็นข้อมูลที่อยู่ในรูป vector โดยอัตโนมัติ (ข้อมูลทาง vector คือข้อมูลที่เป็นเส้น จุดและพื้นที่)
- การจัดการข้อมูลให้อยู่ในรูป raster

การจัดการข้อมูลให้เป็น raster เป็นการแปลงข้อมูลทาง vector ที่เป็นพื้นที่ให้สัมพันธ์กับขนาดของ grid เมื่อมีข้อมูลพื้นที่ที่ต้องการให้เป็น raster ให้สร้าง grid มีขนาดตามความเหมาะสมของพื้นที่และปริมาณข้อมูล โดยในพื้นที่ศึกษานี้ ใช้ขนาด grid ขนาด 100 x 100 เมตร เมื่อสร้าง grid ครบแล้ว แบ่งกลุ่มข้อมูลที่เป็นพื้นที่ให้เป็นกลุ่มๆ และให้สี grid แต่ละกลุ่มตามพื้นที่ขอบเขตเดิม เมื่อให้สีในแต่ละกลุ่มตามช่อง grid แล้วบันทึกข้อมูลให้เป็นเพิ่มข้อมูลใหม่ ในกรณีนี้ก็จะได้ raster ของพื้นที่จากข้อมูลที่เป็น vector และทำการเชื่อมเดียวกันกับที่กล่าวข้างต้นเพื่อแปลงข้อมูลพื้นที่ให้เป็น raster

## 4.2 การประมวลผลข้อมูล

### 4.2.1 วิธีการทางประเมินความเสี่ยงแบบ DRASTIC Index

วิธีการ DRASTIC Index เป็นการประเมินจุดเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาลด้วยแบบจำลองระบบนับคะแนน (Point Count System Model - PCSM) วิธีหนึ่ง โดยใช้ปัจจัยทางอุทกธรณีวิทยา ประเมินเปรียบเทียบโอกาสในการปนเปื้อนลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ซึ่งสามารถพิจารณาจากข้อจำกัดของวิธีประเมินนี้ ได้แก่ แหล่งที่มาของสารปนเปื้อนจากบนดิน ผ่นเป็นตัวกลางในการชะเอาสารปนเปื้อนไหลซึมลงสู่ใต้ดิน สารปนเปื้อนเคลื่อนที่โดยมีน้ำใต้ดินเป็นสื่อกลาง และแบบจำลองนี้ควรใช้กับพื้นที่มากกว่า 2,500 ไร่ (4 ตารางกิโลเมตร) ในกระบวนการประเมินเริ่มจากการกำหนดเป้าหมาย ปัจจัยที่ใช้ การประเมินข้อมูลที่จะนำมาใช้ และให้น้ำหนักแก่ตัวปัจจัย ก่อนที่จะจัดทำเป็นแผนที่ ดังแสดงในรูปต่อไปนี้ (Jaroslav, V. and Zaporosec, A. Editors. 1994)



รูปที่ 4.1 Algorithm ของการพัฒนาแผนที่ตามระบบ Point Count System Models

ใน DRASTIC มีตัวแปร (Parameter) 7 ตัว แต่ละตัวแปรจะให้ weight ไม่เท่ากัน และให้ rating ในช่วงต่างๆหรือตามแต่ละชนิดของตัวกลาง ซึ่งแต่ละค่าจะมีผลต่อการปนเปื้อน โดยจะมีค่า rating ในแต่ละตัวแปรแตกต่างกันไปตั้งแต่ 1 ถึง 10 โดยจะใช้ค่าทั้งหมดมาเข้าสู่สูตรเพื่อให้ได้ค่า DRASTIC index ดังนี้ (Aller, L.T et al. 1987) เช่นเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$D_i = D_w * D_r + R_w * R_r + A_w * A_r + S_w * S_r + T_w * T_r + I_w * I_r + C_w * C_r$$

เมื่อ  $D_i$  = DRASTIC-index

$w$  = Weight

$r$  = Rating

ซึ่งค่า DRASTIC index ที่สูงจะแสดงผลถึงว่ามีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสู่ชั้นน้ำบาดาลสูงตามไปด้วย จากการศึกษาเบื้องต้น

- ในแต่ละตัวแปรจะมีความสัมพันธ์กัน ดังนั้นการเก็บข้อมูลจะต้องให้ละเอียดที่สุด
- ศึกษาข้อมูลทางด้านธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยา บันทึกด้อย่างดินจากหลุมเจาะ (well log) และข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง ในบริเวณพื้นที่ที่ทำการศึกษา
- ใช้แผนที่มาตราส่วน 1:50000 ของกรมแผนที่ทหารเป็นแผนที่หลักหรือ base map

ตารางที่ 4.1 แสดงแหล่งเก็บข้อมูลที่สามารถนำมาใช้เพื่อประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาล

ประเภทข้อมูล	ลักษณะของข้อมูล	หน่วยงานที่จัดเก็บ
ฐานข้อมูลบ่อน้ำบาดาล - ตำแหน่งบ่อ - รายละเอียดของชั้นน้ำบาดาล	ตารางข้อมูล แผนที่ Hard Copy แผนที่ Digital	กรมทรัพยากรธรณี กรมโยธาธิการ สำนักงานเร่งรัดพัฒนาชนบท
ข้อมูลภูมิอากาศ - ปริมาณน้ำฝน - อุณหภูมิ	ตารางข้อมูล ตาราง/กราฟ	กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมชลประทาน
ข้อมูลดิน - ลักษณะของเนื้อดิน - การระบายน้ำ	รายงานการสำรวจ/ แผนที่ Hard Copy	กรมพัฒนาที่ดิน
ข้อมูลภูมิประเทศ	แผนที่ Hard Copy แผนที่ Digital	กรมแผนที่ทหาร
ข้อมูลการใช้ที่ดิน	ตารางข้อมูล แผนที่	กรมส่งเสริมการเกษตร กรมป่าไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนี้

การเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ มีข้อมูลที่ต้องทำการรวบรวม (ตารางที่ 4.1)

- ข้อมูลระดับน้ำ
- ข้อมูลชั้นดิน
- ข้อมูลดินระดับต้น
- ข้อมูลการสุบทดสอบ
- ข้อมูลปริมาณน้ำฝน

#### 4.2.4 ตาราง Typical Rating ของ DRASTIC Index

การจัดกลุ่มข้อมูลและการให้ Rating ของข้อมูลในพื้นที่ศึกษาได้ทำการปรับปรุง เพื่อให้เหมาะสมกับพื้นที่ ดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงระดับน้ำ (Depth to Water Table)

Depth to Water Table	
Range (meter)	Rating
0.0-1.5	10
1.5-4.5	9
4.5-9.0	7
9.0-15.0	5
15.0-22.5	3
22.5-30.0	2
> 30.0	1

ตารางที่ 4.3 แสดงปริมาณน้ำฝน (Net Recharge)

Net Recharge	
Range (mm/year)	Rating
0-250	1
250-500	3
500-1750	6
1750-2500	8
> 2500	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ > 2500 การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงชนิดของชั้นให้น้ำ (Aquifer media)

Aquifer media	
Range	Rating
Clay/silt	2
Sand/gravel	8

ตารางที่ 4.5 แสดงชนิดของดินและการใช้ประโยชน์ (Soil media/Land use)

Soil media/Land use	
Range	Rating
Clayey silt	4
Silty clay	2
Latterite	1
Urban area	1
Water	0

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าแตกต่างความสูง (Topography)

Topography (Percent Slope)	
Range	Rating
0-2	10
2-6	9
6-12	5
12-18	3
> 18	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 แสดงชั้นดินอัดแน่นอิมตัว (Impact of Vadose Zone)

Impact of Vadose Zone	
Range	Rating
Silty sand	7
Clayey sand	6
Clayey silt	4
Sandy clay	3
Silty clay	2
Clay/Latterite	1

ตารางที่ 4.8 แสดงคุณสมบัติการไหล (Hydraulic Conductivity)

Hydraulic Conductivity	
Range (m <sup>2</sup> /day)	Rating
0.04-4.00	1
4.00-12.00	2
12.00-28.00	4
28.00-40.00	6
40.00-80.00	8
> 80.00	10

#### 4.2.2 การเตรียมข้อมูล

- สร้างข้อมูลพื้นฐานจากแผนที่ 1:50000 ของกรมแผนที่ทหาร ทำการดิจิไทซ์ข้อมูลต่างๆ ให้อยู่ในรูป vector โดยทำการจัดเก็บข้อมูลเป็นชั้นๆแยกออกจากกันเพื่อความสะดวกในการแก้ไขจากแผนที่ขอบเขตของเทศบาล 1:2500 ทำการดิจิไทซ์ขอบเขตในรูป vector
- สร้างระดับความลึกของระดับน้ำบาดาล สร้างข้อมูลให้อยู่ในรูป raster
- สร้างระดับความลึกของชั้นน้ำบาดาลและความต่อเนื่องของชั้นทรายโดยการ ตัด cross section ของพื้นที่ศึกษา ควรตัดอย่างน้อย 3 แนวเพื่อจะได้แสดงให้เห็นทั้งพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สร้างระดับความลึกของชั้นน้ำบาดาลและความต่อเนื่องของชั้นทรายโดยการ ตัด cross section ของพื้นที่ศึกษา ควรตัดอย่างน้อย 3 แนวเพื่อจะได้แสดงให้เห็นทั้งพื้นที่
- จากตารางที่มีข้อมูลการเก็บชั้นดินระดับต้น นำ id เข้าโปรแกรมเพื่อแบ่ง unit ดิน แล้วแบ่ง unit ให้อยู่ในรูป raster
- จากข้อมูลการเก็บชั้นดินระดับต้น, ข้อมูลชั้นดินและข้อมูลระดับน้ำ แบ่งชั้นดินที่อยู่เหนือระดับน้ำสูงสุด จนถึงระดับที่ความชื้นลดลง (เริ่มแห้ง) ให้ชั้นช่วงนี้เป็น Impact of Vadose Zone เมื่อแบ่งได้ทั้งพื้นที่แล้วสร้างข้อมูลให้อยู่ในรูป raster
- จาก Base map ใช้ข้อมูลเส้นชั้นความสูงมาคำนวณหาความชัน (สร้างเพิ่มเพื่อความละเอียดโดยใช้ contour interval เท่ากับ 1 ในพื้นที่ศึกษานี้) จากสูตร  $\text{slope (degree)} = \arctan(\text{ระยะตามแนวตั้ง/ระยะตามแนวราบ})$ , เมื่อหาได้ทั้งพื้นที่ก็นำมาสร้างให้อยู่ในรูป raster
- จากข้อมูลการสุบทดสอบจะได้ค่า Hydraulic conductivity ของแต่ละจุดแล้วสร้างข้อมูลให้อยู่ในรูป raster
- จากข้อมูลปริมาณน้ำฝน จากข้อมูลในพื้นที่ศึกษามีสถานีวัดน้ำฝนเพียงสถานีเดียวทำให้แทนทั้ง unit เป็นข้อมูล และสร้าง raster ได้
- ทำการสร้าง grid เพื่อใช้ค่าที่จุดตัดกรอกข้อมูลลงตารางจากการสร้าง grid (ในพื้นที่ศึกษาใช้ขนาดของ grid เท่ากับ 100 x100 เมตร ทำให้มีจุดตัดทั้งหมด 3,112 จุด)

#### 4.2.3 ขั้นตอนวิเคราะห์เพื่อป้อนข้อมูล

- จากข้อมูลระดับน้ำที่ได้ทำเป็น raster แล้วและจาก grid นำทั้งสอง layer ซ้อนทับกัน นำค่าที่จุดตัดของ grid ป้อนลงในตารางข้อมูล ช่อง rating ของ Depth to Aquifer แบ่งข้อมูลจากการเทียบค่าตามตารางที่ 4.2 และในข้อมูล depth to aquifer มี weight = 5
- จากข้อมูลปริมาณน้ำฝน มีสถานีวัดน้ำฝนเพียงจุดเดียวทำให้ใช้ค่า rating เดียวกันทั้งพื้นที่ได้ นำค่า rating ที่ได้จากการเทียบค่าจากตารางที่ 4.3 ป้อนลงในตารางข้อมูล ที่ช่อง rating ของ Recharge และในข้อมูล Net Recharge มี weight = 4
- จากข้อมูล Aquifer media ที่ได้ทำเป็น raster แล้ว นำมาซ้อนกับ layer ของ grid นำค่า rating ที่ได้จากการเทียบค่าจากตารางที่ 4.4 ป้อนลงในตารางข้อมูล ที่ช่อง rating ของ Aquifer และในข้อมูล Aquifer media มี weight = 5

- จากข้อมูลเก็บชั้นดินระดับต้นที่ได้ทำเป็น raster แล้ว นำมาซ้อนกับ layer ของ grid นำค่า rating ที่ได้จากการเทียบค่าจากตารางที่ 4.5 ป้อนลงในตารางข้อมูล ที่ช่อง rating ของข้อมูล Soil media/Land use มี weight = 2
- จากข้อมูลค่าแตกต่างความชันที่ได้ทำเป็น raster แล้ว นำมาซ้อนกับ layer ของ grid นำค่า rating ที่ได้จากการเทียบค่าจากตารางที่ 4.6 ป้อนลงในตารางข้อมูล ที่ช่อง rating ของ Topography และในข้อมูล Topography มี weight = 1
- จากข้อมูล Impact of Vadose Zone ที่ได้ทำเป็น raster แล้ว นำมาซ้อนกับ layer ของ grid นำค่า rating ที่ได้จากการเทียบค่าจากตารางที่ 4.7 ป้อนลงในตารางข้อมูล ที่ช่อง rating ของข้อมูล Impact of Vadose Zone มี weight = 5
- จากข้อมูลการสุบทดสอบที่ได้ทำเป็น raster แล้ว นำมาซ้อนกับ layer ของ grid นำค่า rating ที่ได้จากการเทียบค่าจากตารางที่ 4.8 ป้อนลงในตารางข้อมูล ที่ช่อง rating ของ Conductivity และในข้อมูล Hydraulic Conductivity มี weight = 3

### 4.3 การประเมินผล

#### 4.3.1 ระดับน้ำ (Depth to Water Table)

ระดับน้ำมาจากการวัดระดับน้ำในแต่ละครั้งสามารถที่จะแปลงเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขในแต่ละตำแหน่งและรูปแบบให้เป็นแผนที่ ดังรูปภาคผนวกที่ ก-1 ในพื้นที่ศึกษาเทศบาลเมืองหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ในค่าระดับน้ำนี้ ให้ Weight เท่ากับ 5 ตัวแปรตัวนี้มีความสำคัญมากในการวิเคราะห์ทาง DRASTIC ชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษานี้กำหนดให้เป็นชั้นน้ำไร้แรงดัน (unconfined aquifer) ซึ่งระดับน้ำได้ถูกกำหนดกลุ่มเพื่อให้ค่า (rating) ดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ ข-1 ผลลัพธ์จากระดับน้ำที่ปรากฏบนแผนที่แสดงให้เห็นว่าในตั้งแต่ที่ว่าการอำเภอเรือจนถึงวัดศรีสะอาดและบริเวณฝั่งขวาคลองชลประทาน เริ่มตั้งแต่บ้านศรีสะอาดเรื่อยไปจนถึงบ้านขวัญโยน มีค่าระดับน้ำที่ต่ำ (จากระดับผิวดิน) ซึ่งชี้ให้เห็นถึงมีโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนได้สูงกว่าในบริเวณพื้นที่ศึกษาบริเวณอื่น เนื่องจากว่าค่าระดับน้ำนี้มีความสำคัญมากต่อการวิเคราะห์ จากข้อมูลจะเห็นได้ว่าค่าจากการรวมผล Rating และ Weight มีค่าสูงคือ 50 และ 45

#### 4.3.2 ปริมาณน้ำฝนในรอบปี (Net Recharge)

ค่าปริมาณน้ำฝนคำนวณจากปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือนและในรอบปีตั้งแต่ปี 2510-ปัจจุบัน ดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ ข-2 จากสถานีอุตุนิยมวิทยาอำเภอหล่มสัก ซึ่งเป็นเพียงสถานีเดียวที่อยู่ในและใกล้พื้นที่ศึกษาเทศบาลเมืองหล่มสัก ซึ่งผลที่ได้ถูกแปลงเป็นแผนที่ ดังเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปภาคผนวกที่ ก-2 ในค่าปริมาณน้ำฝนในรอบปี นี้ให้ Weight เท่ากับ 4 เนื่องจากพื้นที่ใกล้เคียงไม่มีสถานีอุตุนิยมวิทยา ทำให้ค่าที่ปรากฏเป็นค่าเดียวกัน แต่จากค่าจากการรวมผล Rating และ Weight มีค่าค่อนข้างสูงคือ 24

#### 4.3.3 ชนิดของชั้นน้ำ (Aquifer Types)

ชั้นน้ำในพื้นที่เป็นชั้นน้ำบาดาลในชุดตะกอนหินร่วนกึ่งแข็งตัวที่มีช่องทางอุทกธรณีวิทยาว่า ชั้นน้ำบาดาลแม่สอด (Mae Sot Aquifer) ประกอบด้วยตะกอนซึ่งบางส่วนแข็งตัว (Semi-consolidated sediments) ซึ่งจากข้อมูลชั้นดินทั้งของกรมทรัพยากรธรณี กรมโยธาธิการและจากการเจาะเก็บตัวอย่างเพิ่มเติมดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ ข-3

#### 4.3.4 ชนิดของดินและการใช้งานพื้นที่ (Soil Type)

จากการเก็บข้อมูลชั้นดินระดับต้นดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ ข-4 และแผนที่เทศบาล 1:2000 เมื่อนำมาจัดเรียงและจัดกลุ่ม จะแบ่งชนิดของดินและการใช้พื้นที่ได้เป็น 4 ชนิด ซึ่งผลที่ได้ถูกแปลงเป็นแผนที่ ดังรูปภาคผนวกที่ ก-3 ในค่าชนิดของดินและการใช้งานพื้นที่ นี้ให้ Weight เท่ากับ 2 ซึ่งค่าที่ได้จากการรวมผล Rating และ Weight มีค่าค่อนข้างต่ำคือ 8, 4 และ 1

#### 4.3.5 ค่าแตกต่างความชัน (Topography)

จากแผนที่ 1:50000 ของกรมแผนที่ทหารนำมาแบ่งค่าเส้นชั้นความสูงให้มีช่วงห่างละ 1 เมตร โดยใช้โปรแกรม Surfer และเมื่อผ่านการคำนวณแล้ว ดังรูปภาคผนวกที่ ก-4 พบว่ามีบริเวณที่มีค่าแตกต่างความชันสูงคือ บริเวณทางเหนือของพื้นที่ (บริเวณที่ตั้งสำนักงานประปาและที่ตั้งองค์การบริหารส่วนท้องถิ่นตำบลวัดป่า) ในขณะที่พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นที่ราบ ในค่าแตกต่างความชัน นี้ให้ Weight เท่ากับ 1 ซึ่งค่าที่ได้จากการรวมผล Rating และ Weight มีค่าสูงที่สุดคือ 10 เนื่องจากเป็นที่ราบเป็นส่วนใหญ่และค่า 9 ในบริเวณทางเหนือของพื้นที่ศึกษาที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

#### 4.3.6 ผลกระทบชั้นดินอัดแน่นอิมตัว (Impact of Vadose Zone)

จากการเก็บข้อมูลดินระดับต้นดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ ข-4 เมื่อนำมาจัดเรียงและจัดกลุ่ม จะแบ่งชนิดของชั้นดินได้ทั้งหมด 8 ชนิด ดังรูปภาคผนวกที่ ก-5 เนื่องจากต้องการความละเอียด โดยส่วนมากแล้วในพื้นที่จะมีชั้นดินอัดแน่นอิมตัวเป็น ชั้นดินเหนียวที่มีทรายแป้งผสมเล็กน้อย (Silty Clay) โดยมีพื้นที่ที่มีทรายผสมดินเหนียวพบเป็นหย่อมๆที่ไม่แผ่ขยายมากนัก ข้อมูลชั้นดินอัดแน่นอิมตัวนี้เป็นอีกข้อมูลที่มีความสำคัญ เนื่องจากมี Weight เท่ากับ 5 จากการรวมเอกสารเป็นเอกสารที่ส่งงานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผล Rating และ Weight มีค่ากระจายแล้วแต่ชนิดของชั้นดินอัดแน่นอิมตัว คือ 35, 30, 20, 15, 10 และ 5

#### 4.3.7 ค่าคุณสมบัติการไหล (Hydraulic Conductivity)

จากข้อมูลการสุบทดสอบดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ ง. และการคำนวณหาค่า โดยใช้โปรแกรม GWV ดังแสดงในตารางภาคผนวกที่ ข-5 เมื่อนำมาจัดกลุ่มค่าคุณสมบัติการไหล จะจัดกลุ่มได้ 3 กลุ่มคือ กลุ่มที่มีค่าช่วง 0.04-3.50 เมตร<sup>2</sup>/วัน, กลุ่มที่มีค่าช่วง 3.50-12.24 เมตร<sup>2</sup>/วัน และกลุ่มที่มีค่าช่วง 12.24-28.56 เมตร<sup>2</sup>/วัน และมีบ่อที่อยู่ขอบพื้นที่ศึกษาบริเวณบ้านคงข่อยมีค่าคุณสมบัติการไหล 26.28 เมตร<sup>2</sup>/วัน แต่เมื่อใช้การแบ่งช่วงแล้วค่าแบ่งได้ 3 กลุ่มข้างต้น ค่าคุณสมบัติการไหลนี้มี Weight เท่ากับ 3 จากการรวมผล Rating และ Weight มีค่าอยู่ที่ 12, 6 และ 3

จากค่าที่ได้ทั้งหมดในแต่ละชั้นข้อมูล (Layer) นำผลมารวมกันตามสูตรใน 4.2.1 ผลลัพธ์สุดท้ายก็จะเป็นแผนที่แสดงผลรวมของค่า DRASTIC Index ต่อไป

# บทที่ 5

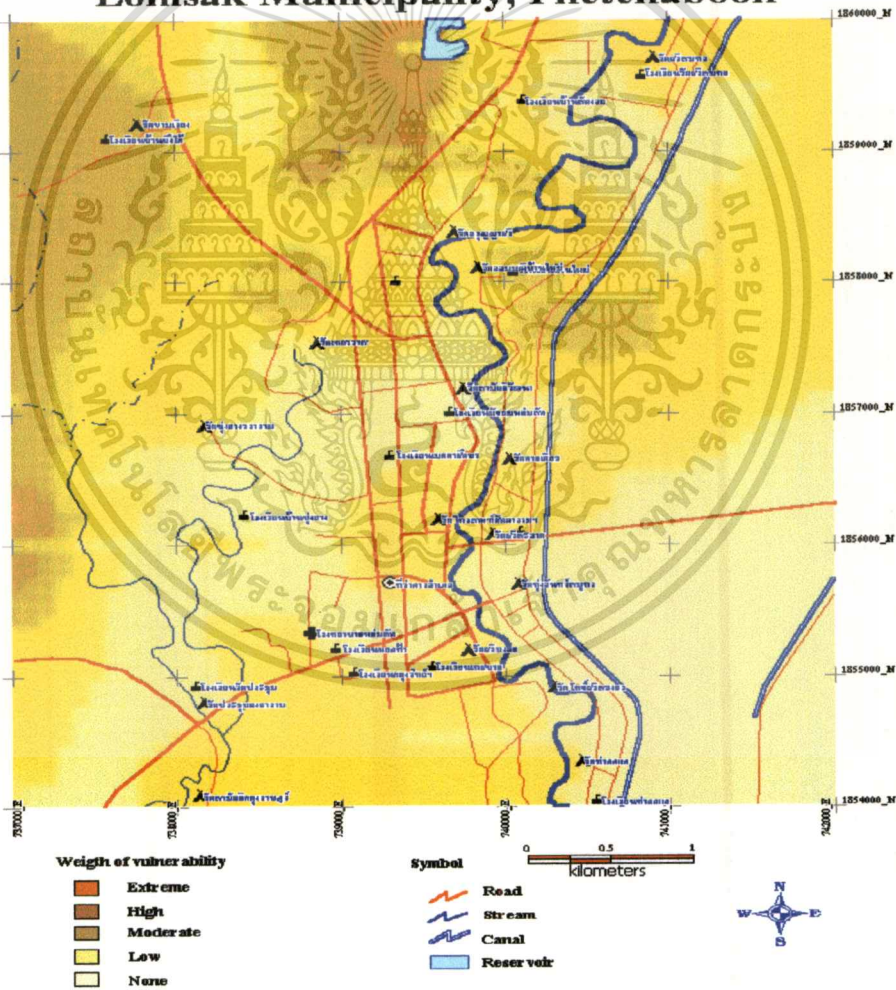
## ผลการศึกษา

### 5.1 ผลการดำเนินการ

ผลการศึกษาจัดทำแผนที่ประเมินความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสู่ชั้นน้ำบาดาลในเขตเทศบาลเมืองหล่มสักและบริเวณรอบๆ ได้แสดงไว้ในรูป 5.1

### Groundwater contamination Vulnerability Map

#### Lomsak Municipality, Phetchaboon



รูปที่ 5.1 แผนที่แสดงความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสู่ชั้นน้ำบาดาลของบริเวณเทศบาลเมืองหล่มสัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 5.2 ค่าดัชนีที่ได้จากวิเคราะห์ทาง DRASTIC

ผลลัพธ์จากการคำนวณตัวแปรทั้ง 7 ตัว ค่าตัวแปรที่มีผลมากต่อการวิเคราะห์ทาง DRASTIC ของการศึกษาในบริเวณพื้นที่นี้ คือ ค่าระดับน้ำและชั้นดินอัดแน่นอิมตัว หลังจากการคำนวณผลลัพธ์ที่ได้ สามารถแบ่งค่าดัชนีความเสี่ยงได้ 5 ระดับ (รูปที่ 5.1) โดยใช้ระดับสี่แทนค่าความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนดังนี้ คือ พื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงสุดในพื้นที่ศึกษา (Extreme Vulnerability) สี่ส้ม เสี่ยงสูง (High Vulnerability) สี่น้ำตาล ปานกลาง (Moderate Vulnerability) สี่น้ำตาลอ่อน น้อย (Low Vulnerability) สี่เหลือง และน้อยที่สุดถึงไม่เสี่ยง (None) สี่เหลืองอ่อน

โดยรวมแล้วทั้งพื้นที่ถือว่ามีค่าความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนอยู่ในระดับกลาง เนื่องจากโดยส่วนใหญ่ทั่วทั้งพื้นที่ศึกษาจะมีชั้นดินเหนียวที่ค่อนข้างหนาซึ่งเป็นผลจากธรรมชาติโดยตรง ในบริเวณที่ราบใกล้ๆ อ่างเก็บน้ำหนองแคมีค่าดัชนีสูงกว่าบริเวณอื่นเนื่องจากชนิดของดินและชั้นดินอัดแน่นอิมตัวเป็นดินทรายปนดินทรายแป้ง

## 5.3 สรุป

จากผลการศึกษาด้วยการจัดทำแผนที่ประเมินความเสี่ยงต่อกานเปื้อนสู่ชั้นน้ำบาดาลในบริเวณพื้นที่เทศบาลเมืองหล่มสัก สามารถสรุปได้ดังนี้

1. พื้นที่ที่มีความเสี่ยงสูงสุดคือ บริเวณที่ราบรอบๆบริเวณอ่างเก็บน้ำหนองแคและด้านกลางซ้ายของแผนที่บริเวณบ้านทุ่งพัฒนา
2. พื้นที่โดยรวมมีค่าดัชนีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนอยู่ที่ 4.5 - 6.5
3. ระบบพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System - GIS) ช่วยในการจัดเก็บ การสร้างและมีประสิทธิภาพในการแสดงผล
4. ข้อมูลสามารถปรับปรุงแก้ไขได้ตลอดเวลา เพื่อความถูกต้องของข้อมูล และสามารถนำมาปรับปรุงแก้ไขแผนที่ได้ตลอดเวลาเช่นเดียวกัน
5. แผนที่ความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสู่ชั้นน้ำบาดาลมีประโยชน์ในการวางแผนการพัฒนา และการป้องกันการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งจะต้องมีการออกแบบที่รัดกุมและพิจารณาตัวแปรในหลายๆ ด้าน เช่น บริเวณแหล่งเติมน้ำใต้ดิน(Recharge area) คุณลักษณะกุ่มน้ำ ความเสี่ยงต่อการปนเปื้อน การใช้ประโยชน์ที่ดิน การแบ่งโซน และการใช้ประโยชน์แหล่งวัตถุดิบ

## 5.4 ข้อเสนอแนะ

จากแผนที่ประเมินความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนนี้ มีข้อเสนอแนะเพื่อให้แผนที่นี้เกิดประโยชน์ต่อสาธารณะ โดยควรตรวจสอบและติดตามผลการประเมินและเสริมมาตรการเพื่อมิให้เกิดการปนเปื้อนลงสู่ชั้นน้ำบาดาลบริเวณที่มีความเสี่ยงสูง (High Vulnerable) และเพื่อให้หลีกเลี่ยงการบริโภคน้ำที่เกิดการปนเปื้อนแล้ว ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะสำหรับการประเมินผล วิธีการประเมินผลว่าแผนที่มีความสอดคล้องกับความเป็นจริงหรือไม่ สามารถทำได้ทั้งวิธีการทดสอบด้วยการไหลซึมของสารปนเปื้อน และการทดสอบอัตราการไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาล
  - 1.1 การทดสอบการไหลซึมของสารปนเปื้อน (Infiltration on contaminant behavior) ทำได้โดยการใช้สารที่มีคุณลักษณะทางเคมีใกล้เคียงกับสารปนเปื้อน ซึ่งหากไม่สามารถหาได้ ก็อาจจำเป็นต้องทดสอบจากสารปนเปื้อน โดยเฉพาะสารอินทรีย์ (Organic matter) ที่เกิดจากหลุมฝังกลบขยะในพื้นที่เสี่ยง ติดตามเก็บตัวอย่างน้ำจากชั้นดินใต้หลุมฝังกลบ และอาจจะหลุมทดสอบแล้วทดสอบการซึมผ่านของสารทดสอบลงสู่ชั้นใต้ดิน เปรียบเทียบกับบริเวณที่มีความเสี่ยงปานกลางและความเสี่ยงน้อย
  - 1.2 การทดสอบอัตราการไหลซึมผ่านชั้นดิน (Soil infiltration rate test) ทำได้โดยการใช้วิธีการติดตาม (Tracing technique) ซึ่งใช้สารติดตาม (Tracer) ให้ไหลซึมผ่านชั้นใต้ดินเพื่อหาอัตราการไหลเปรียบเทียบระหว่างจุดต่างๆ บนพื้นที่ประเมิน
2. ข้อเสนอแนะสำหรับการป้องกันการปนเปื้อน เนื่องจากเทศบาลเมืองหล่มสัก ได้มีแผนปรับปรุงสถานที่ฝังกลบขยะ โดยย้ายที่ฝังกลบห่างออกไปจากตัวเมืองมากกว่า 5 กิโลเมตร และการประกาศภูมิภาคได้ปรับปรุงกำลังผลิตและใช้น้ำดิบจากแหล่งน้ำผิวดินจากตำบลท่าอิฐ จึงทำให้ประชาชนผู้บริโภคน้ำในเขตเทศบาลปลอดภัยจากสารปนเปื้อนจากหลุมฝังกลบขยะเหมือนที่ผ่านมา อย่างไรก็ตาม ยังมีประชาชนบางส่วนรวมทั้งสถานที่ราชการที่ยังคงใช้น้ำบาดาลจากแหล่งนี้อยู่ จึงควรมีวิธีการป้องกันและหลีกเลี่ยง ดังนี้
  - 2.1 หลีกเลี่ยงการบริโภคน้ำบาดาล บริเวณที่ฝังกลบขยะนี้ แม้ว่าจะเลิกใช้แล้วแต่ก็ยังคงมีขยะที่ไม่ได้คัดแยกขยะมีพิษออก จึงไม่สมควรที่จะใช้น้ำบาดาลบริเวณนี้ ได้แก่ เรือนจำหล่มสัก โรงเรียนบ้านสักหลง โรงเรียนวัดอรุณยูงศรี
  - 2.2 ปรับปรุงพื้นที่ฟูพื้นที่ฝังกลบขยะ กำจัดขยะที่ตกค้างในบริเวณที่ฝังกลบขยะเดิมให้หมดหลังจากย้ายที่ฝังกลบใหม่แล้ว กำหนดให้บริเวณพื้นที่เสี่ยงสูงและเป็นพื้นที่ป้องกัน (Protection area) โดยหลีกเลี่ยงกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการซึมเปื้อนลงสู่ชั้นใต้ดิน

3. การปรับปรุงแผนที่แสดงความเสี่ยง ควรจัดทำเมื่อมีข้อมูลใหม่ที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อค่าความเสี่ยง (Vulnerable) ของชั้นน้ำบาดาล หรือตรวจสอบทาน (Review) ทุกๆ 3 - 5 ปี
4. ข้อเสนอแนะอื่นๆ ได้แก่
  - 4.1 ควรเผยแพร่ประโยชน์ของแผนที่ให้แก่องค์การบริหารส่วนตำบล ซึ่งอยู่ระหว่างการเริ่มต้นการบริหารจัดการ เพื่อนำแผนที่นี้ไปใช้งาน โดยมีหน่วยงานที่ทำการผลิตแผนที่เบื้องต้นจากข้อมูลที่มีอยู่ตามหน่วยงานต่างๆ
  - 4.2 แผนที่แสดงความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนนี้ เป็นแผนที่ที่ต้องปรับปรุงให้ทันสมัยตลอดเวลา โดยเฉพาะเมื่อข้อมูลที่เป็นองค์ประกอบของแผนที่มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม
  - 4.3 การสร้างแผนที่ในขนาดที่แตกต่างกัน ควรพิจารณาค่า Rating ตามฐานข้อมูลและจุดมุ่งหมายของโครงการ หรือตามชนิดของสารปนเปื้อน
  - 4.4 ลักษณะทางธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยาควรทำการแปลและวิเคราะห์โดยละเอียด เพราะจะมีผลต่อความถูกต้องของการประเมิน
  - 4.5 การจัดการฐานข้อมูลเป็นส่วนที่ต้องใช้เวลาามากที่สุด ควรจัดแบ่งเวลาให้เหมาะสมและยืดหยุ่นได้

## บรรณานุกรม

- บริษัท เตน (ประเทศไทย) จำกัด. 2544. คู่มือการใช้แผนที่น้ำบาดาลจังหวัดเพชรบูรณ์. กรุงเทพฯ: กองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี.
- วรุฒมีธีร์ คุวานเสน. 2543. **Introduction to Risk Assessment, Integrated Multimedia Risk Assessment.** ขอนแก่น:ศูนย์วิจัยน้ำบาดาล ภาควิชาเทคโนโลยี คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย ขอนแก่น.
- Aller, L.T et al. 1987. **DRASTIC, A Standardized System for Evaluating Ground Water Pollution Potential Using Hydrogeologic Setting.** Washington DC: U.S. Environmental Protection Agency / 600 / 2-87 / 035.
- Barbash, J. E. et al. 1999. **Distribution of Major Herbicides in Ground Water of the United States.** Sacramento, California: U.S. Geological Survey, Water - Resources Investigations Report 98-4245, prepared in cooperation with U.S. Environmental Protection Agency, Office of Pesticide Programs.
- Jaroslav; V. and Zaporosec, A. Editors. 1994. **Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability.** International Contributions to Hydrogeology, Vol. 16. Hannover: International Association of Hydrogeologists.
- National Academic Press. 1993. **Ground Water Vulnerability Assessment: Predicting Relative Contamination Potential Under Conditions of Uncertainly.** ISBN: 0309047994. Booknews.
- Ratana, Piyachat. 2000. **DRASTIC Groundwater Vulnerability Mapping Using GIS Technology.** Thesis for Master of Science in Information Technology for Natural Resources Management, Bogor Agricultural University. Bogor, Indonesia.
- Star, J. and Estes, J. 1990. **Geographic Information System: An Introduction.** Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.

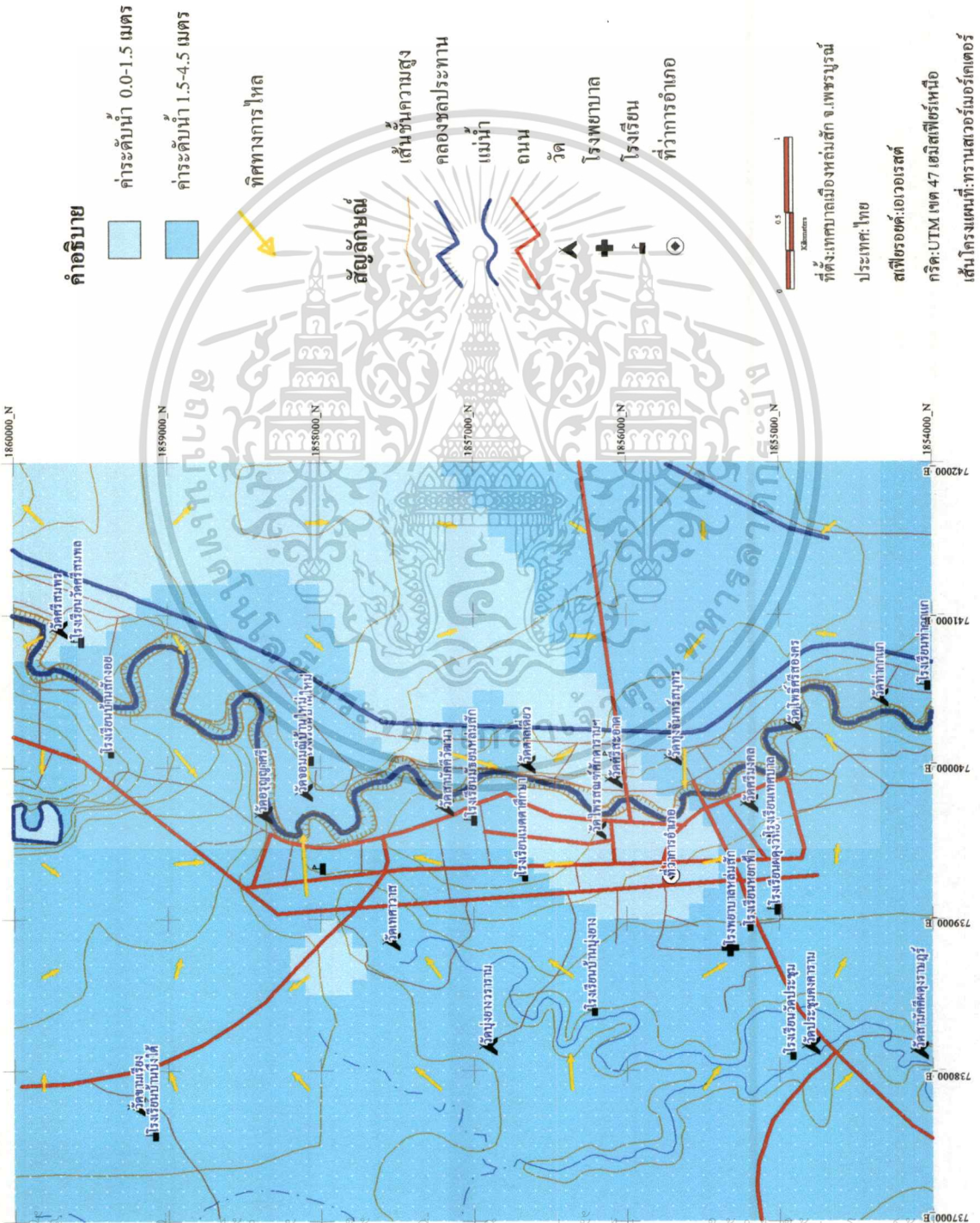


## ภาคผนวก

### ก - แผนที่แสดงชั้นของ Parameters

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# โครงการศึกษากรณีพิเศษ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ



รูปที่ ก-1 แผนที่แสดงระดับน้ำใต้ดินและทิศทางการไหล

## DRASTIC parameters

- D=depth to water table
- R=net recharge
- A=aquifer media
- S=soil media
- T=topography
- I=impact of vadose zone
- C=hydraulic conductivity

มาตราส่วนนำเข้า 1:50,000  
แหล่งข้อมูล

- แผนที่ภูมิประเทศ กรมแผนที่ทหาร
- แผนที่เทศบาลเมืองหลัก ก่อสร้าง

โครงการศึกษากรณีพิเศษ วิทยาลัยเทคโนโลยีสารสนเทศ  
อาคารเรียน อาคารปฏิบัติการ อาคารโสตทัศนศึกษา  
อาคารกีฬา อาคารศูนย์รวมกิจกรรม

ที่ตั้ง: กรุงเทพมหานคร จ.เพชรบูรณ์

ประเทศ: ไทย

สปีชีรูด: เอเวอร์เรสต์

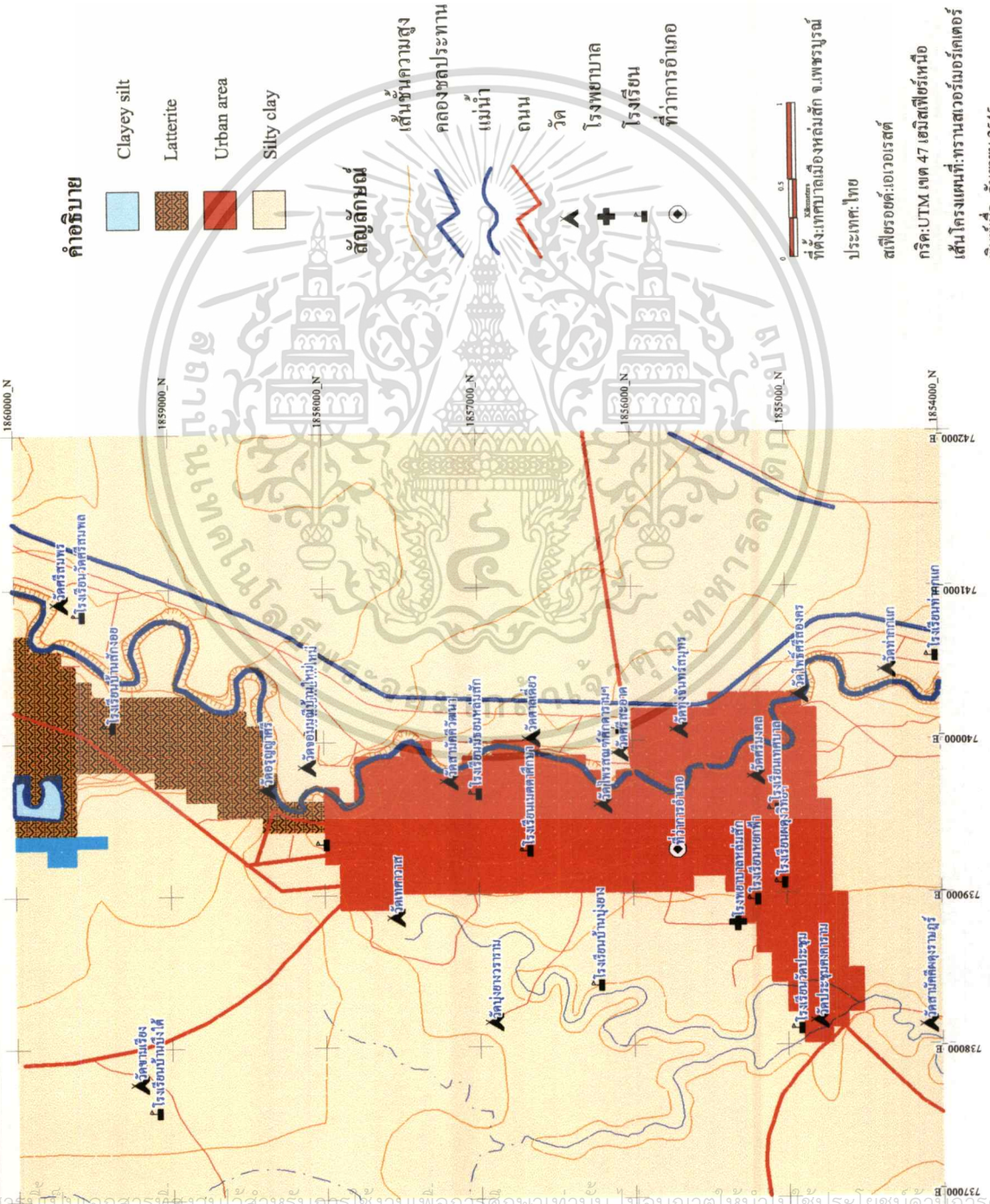
กริด: UTM เขต 47 เอมิสเฟียร์เหนือ

เส้นโครงแผนที่: ทราบสวอร์เมอร์ลดเตอร์

พิมพ์เมื่อ: กันยายน 2545



# โครงการศึกษากรณีพิเศษ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ



## DRASTIC parameters

- D=depth to water table
- R=net recharge
- A=aquifer media
- S=soil media
- T=topography
- I=impact of vadose zone
- C=hydraulic conductivity

มาตราส่วนนำเข้า 1:50,000  
**แหล่งข้อมูล**

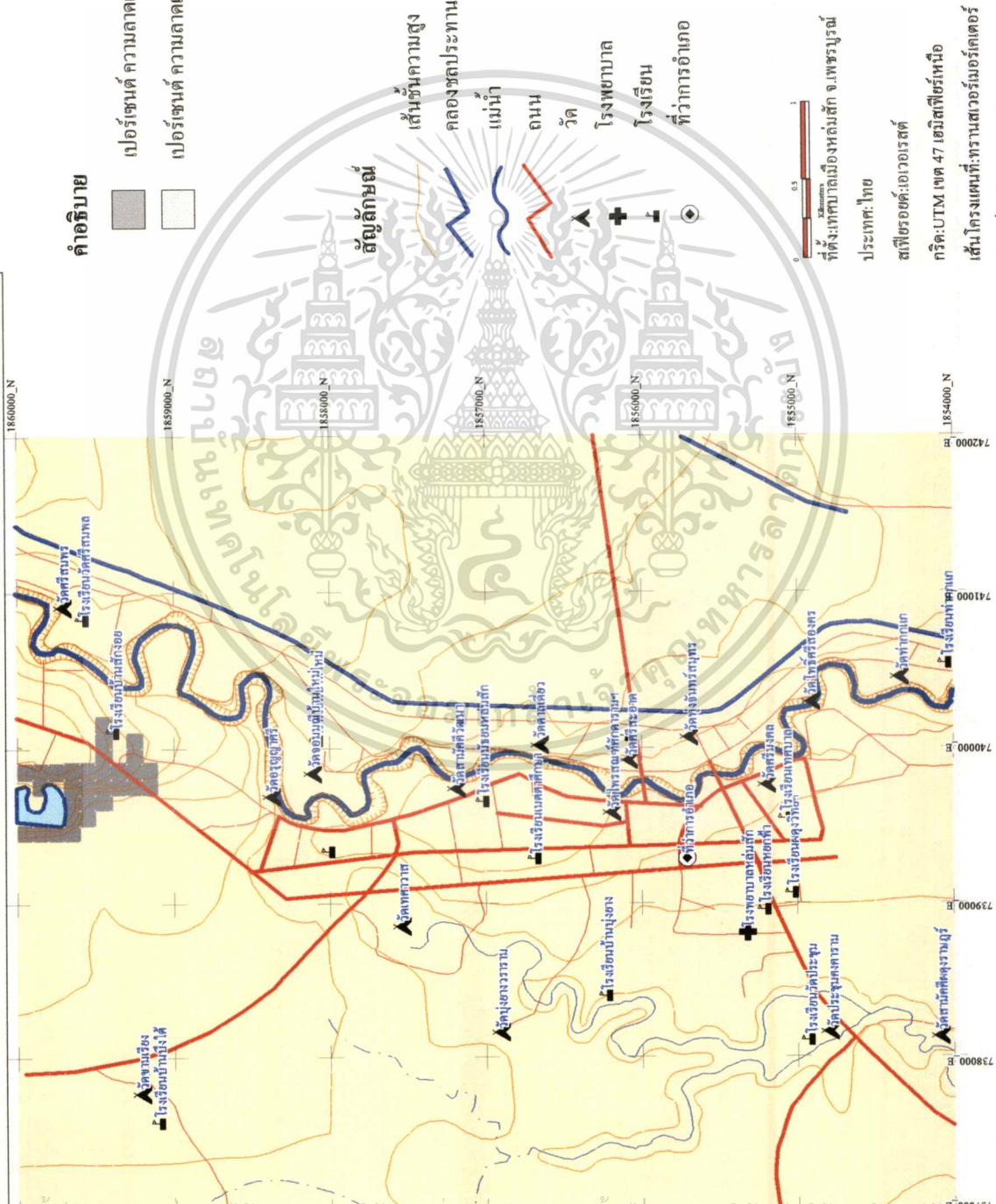
- แผนที่อุบิประเทศ กรมแผนที่ทหาร
- แผนที่เทศบาลเมืองหนองฉก กองร่าง

โครงการศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมโยธา  
 สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ  
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รูปที่ ก-3 แผนที่แสดงชนิดของดินและการใช้งานในพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# โครงการศึกษากรณีพิเศษ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ



## คำอธิบาย

- เปอร์เซ็นต์ ความลาดเอียง 2-6 องศา
- เปอร์เซ็นต์ ความลาดเอียง 0-2 องศา

## DRASTIC parameters

- D=depth to water table
- R=net recharge
- A=aquifer media
- S=soil media
- T=topography
- I=impact of vadose zone
- C=hydraulic conductivity

มาตราส่วนนำเข้า 1:50,000

## แหล่งข้อมูล

- แผนที่ภูมิประเทศ กรมแผนที่ทหาร
- แผนที่เทศบาลเมืองหนองจอก กทม

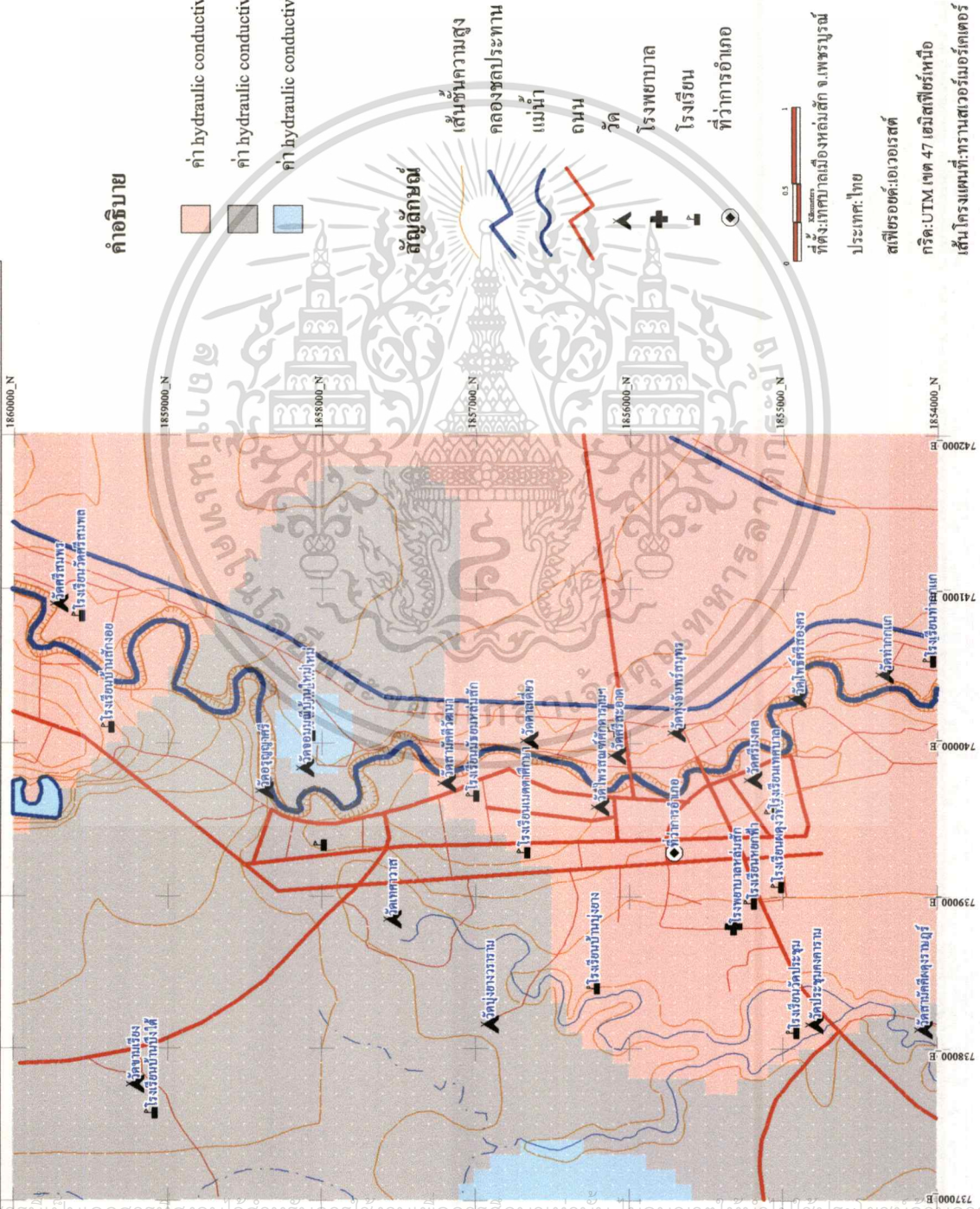
โครงการศึกษากรณีพิเศษ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รูปที่ ก-4 แผนที่แสดงค่าแตกหักทางความชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด การคัดลอกหรือการเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# โครงการศึกษากรณีพิเศษ สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ



## DRASTIC parameters

- D=depth to water table
- R=net recharge
- A=aquifer media
- S=soil media
- T=topography
- I=impact of vadose zone
- C=hydraulic conductivity

รูปที่ 6-6 แผนที่แสดงค่าคุณสมบัติการไหล (Hydraulic conductivity)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ข ตารางข้อมูลองค์ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้







ตารางที่ ข-1 (ต่อ) ตารางข้อมูลระดับนำบาตาสถูสุดในรอบปี ของพื้นที่ศึกษา เทศบาลเมืองหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

ลำดับ	E		ชื่อหมู่บ้าน	หมู่	ตำบล	ระยะทาง(กม.)		ความสูง ม(เมตร)	ขนาด (ไร่/ชม)	หมายเลข ที่จะ	ลักษณะ การใช้	คุณภาพน้ำ	ชนิดดิน	หมายเหตุ
	เขต	น				นอกพื้นที่	บ่อเจาะ							
94	739888	1857133	ชุมชนศรีบุญเรือง	หล่มสัก		6	9	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
95	739893	1857155	ชุมชนศรีบุญเรือง	หล่มสัก		6	9	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
96	739905	1857178	ชุมชนศรีบุญเรือง	หล่มสัก		6	9	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
97	739870	1857780	ชุมชนศรีบุญเรือง	หล่มสัก		6	9	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
98	739632	1857203	ชุมชนศรีบุญเรือง	หล่มสัก		6	9	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
99	739605	1857183	ชุมชนศรีบุญเรือง	หล่มสัก		6	9	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
100	739604	1857217	ชุมชนศรีบุญเรือง	หล่มสัก		6	9	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
101	739693	1857170	ชุมชนศรีบุญเรือง	หล่มสัก		4.6	9	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
102	739690	1857179	ชุมชนศรีบุญเรือง	หล่มสัก		4	6	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
103	739708	1857040	ชุมชนศรีบุญเรือง	หล่มสัก		6	9	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
104	739171	1858127	ชุมชนถ้ำงอย	หล่มสัก		5	7	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ถมดินทับแล้ว, สอบถาม	
105	739144	1858145	ชุมชนถ้ำงอย	หล่มสัก		5	8	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
106	739205	1858020	ชุมชนถ้ำงอย	หล่มสัก		5	7	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
107	739144	1857876	ชุมชนถ้ำงอย	หล่มสัก		5	7	1	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
108	739143	1857905	ชุมชนถ้ำงอย	หล่มสัก		5	7	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
109	739369	1858069	ชุมชนถ้ำงอย	หล่มสัก	4.1		6/1	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
110	739303	1858062	ชุมชนถ้ำงอย	หล่มสัก	5.5		6/1.2	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
111	739352	1858071	ชุมชนถ้ำงอย	หล่มสัก	4.83		6/1	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
112	739466	1858060	ชุมชนถ้ำงอย	หล่มสัก		4	7	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
113	739424	1858027	ชุมชนถ้ำงอย	หล่มสัก		5	11	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
114	739439	1858031	ชุมชนถ้ำงอย	หล่มสัก		5	10	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
115	739431	1858015	ชุมชนถ้ำงอย	หล่มสัก	4.95		7/1	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
116	739443	1857987	ชุมชนถ้ำงอย	หล่มสัก		5	11	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
117	739572	1856033	ชุมชนซอยวิวัฒน์	หล่มสัก		6	9	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
118	739901	1855613	ชุมชนซอยวิวัฒน์	หล่มสัก		7	24	2.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
119	740310	1855555	ท่ากมโพธิ์	หล่มสัก	5.21		9.3/1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
120	740320	1855473	วัดโพธิ์ศรีสองกร	หล่มสัก		6	15	1.5	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
121	738173	1855346	น้ำพุ	6 วัดป่า		4	7	1	เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ปริมัก	ข้อมูลสอบถาม	
122	741251	1860734	วัดไทรภูมิ	3 ถ้ำหลวง	10.05		88	กรมโยธา	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ใช้ตอ	โถก	เจาะ-24/62511	
123	740930	1859794	วัดศรีสมบูรณ์	5 ถ้ำหลวง	6.52		35	กรมโยธา	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ใช้ตอ	โถก		
124	7405410	1854706	รร.ท่ากม	4 ศาลเคียว	4.65			4 กรมโยธา	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ใช้ตอ	จับเม็ช		
125	740826	1860113	รร.บ้านถ้ำหลวง	5 ถ้ำหลวง	7.64			6 เอกธรม	ใช้ตอ	ใช้ตอ	ใช้ตอ	จับเม็ช		

ตารางที่ ข-2 ปริมาณน้ำฝน (ปี 2510-ปัจจุบัน) ของพื้นที่ศึกษาเทศบาลเมืองหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

หน่วย : มม.

เดือน	พ.ศ. 2510	พ.ศ. 2511	พ.ศ. 2512	พ.ศ. 2513	พ.ศ. 2514	พ.ศ. 2515	พ.ศ. 2516	พ.ศ. 2517	พ.ศ. 2518	พ.ศ. 2519	ค่าเฉลี่ย
มกราคม	27.1	0.0	28.3	0.3	0.4	0.0	0.0	1.0	51.9	0.0	10.9
กุมภาพันธ์	1.4	15.8	3.6	0.0	25.7	31.6	0.9	2.5	66.2	77.0	22.5
มีนาคม	0.0	34.7	110.4	126.0	43.0	41.7	55.2	57.3	39.3	4.8	51.2
เมษายน	143.9	116.0	50.3	35.1	6.6	57.5	64.1	74.8	1.9	46.6	59.7
พฤษภาคม	68.7	300.7	130.1	108.3	169.5	81.3	135.6	184.4	101.2	194.1	147.4
มิถุนายน	862.0	163.4	69.2	245.3	167.0	161.4	136.4	137.8	124.7	135.3	220.3
กรกฎาคม	115.6	177.0	91.2	40.5	108.5	80.5	141.8	132.1	159.9	215.3	126.2
สิงหาคม	109.4	115.5	106.5	245.4	217.5	211.2	95.6	180.8	187.0	229.5	169.8
กันยายน	276.1	0.0	296.8	184.2	148.2	170.6	138.2	101.6	178.1	183.9	167.8
ตุลาคม	44.3	70.0	55.7	92.9	84.6	83.8	10.1	87.3	110.8	126.5	76.6
พฤศจิกายน	19.4	0.4	17.7	2.8	0.3	16.5	8.4	40.1	54.5	7.0	16.7
ธันวาคม	0.0	0.0	0.0	18.2	3.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8
	1,667.88	993.50	959.80	1,099.00	974.30	942.80	786.30	999.70	1,075.50	1,220.00	1,071.88

ตารางที่ ๗-2 (ต่อ) ปริมาณน้ำฝน (ปี 2510-ปัจจุบัน) ของพื้นที่ศึกษาเทศบาลเมืองหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

หน่วย : มม.

เดือน	พ.ศ. 2520	พ.ศ. 2521	พ.ศ. 2522	พ.ศ. 2523	พ.ศ. 2524	พ.ศ. 2525	พ.ศ. 2526	พ.ศ. 2527	พ.ศ. 2528	พ.ศ. 2529	ค่าเฉลี่ย
มกราคม	0.4	2.5	13.0	0.0	0.0	0.0	8.1	0.0	21.5	0.0	4.6
กุมภาพันธ์	0.0	28.0	79.7	27.4	24.3	30.3	0.0	8.0	16.2	3.0	21.7
มีนาคม	57.6	7.4		73.6	37.7	37.7	0.4	71.2		0.0	35.7
เมษายน	66.7	62.5	98.3	35.8	80.5	29.2	24.1	38.5	43.3	75.7	55.5
พฤษภาคม	134.8	228.6	163.3	216.5	95.7	31.4	101.6	154.9	301.1	124.3	155.2
มิถุนายน	70.0	74.1	199.9	225.5	143.1	220.6	193.1	215.6	108.1	119.6	157.0
กรกฎาคม	127.4	333.4	133.0	154.2	210.2	26.1	47.3	135.0		110.5	141.9
สิงหาคม	126.9	116.1	165.6	147.1	189.5	129.2	220.9	116.1	148.1	96.0	145.6
กันยายน	180.6	369.6	99.0	313.9	40.1	388.1	137.5	255.7	163.7	84.8	203.3
ตุลาคม	43.9	15.0	3.8	58.3	82.9	32.1	169.2	97.6	148.7	45.3	69.7
พฤศจิกายน	2.6	1.7	0.0	11.2	44.5	26.3	23.6	7.0	6.6	15.3	13.9
ธันวาคม	43.9	0.0	0.0	0.0	0.2	1.5	24.0	0.0	0.0	3.0	7.3
	854.80	1,238.90	955.60	1,263.50	948.70	952.50	949.80	1,099.60	957.30	677.50	1,011.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-2 (ต่อ) ปริมาณน้ำฝน (ปี 2510-ปัจจุบัน) ของพื้นที่ศึกษาเทศบาลเมืองห่มตัก จังหวัดเพชรบูรณ์

หน่วย : มม.

เดือน	พ.ศ. 2540	พ.ศ. 2541	พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2543	พ.ศ. 2544	ค่าเฉลี่ย
มกราคม	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.3
กุมภาพันธ์	0.1	60.2	0.0	0.0	0.0	15.1
มีนาคม	41.0	23.6	6.9	4.2	64.6	28.1
เมษายน	120.7	105.4	92.8	178.8	7.4	101.0
พฤษภาคม	144.7	200.8	215.3	229.8	197.0	197.5
มิถุนายน	69.9	75.1	47.5	187.0	102.6	96.4
กรกฎาคม	243.1	143.3	99.7	98.9	155.6	148.1
สิงหาคม	222.4	171.8	201.2	322.2	156.6	214.8
กันยายน	266.3	103.7	179.6	253.8	68.0	174.3
ตุลาคม	110.2	75.4	85.5	74.1		86.3
พฤศจิกายน	4.5	33.6	23.9	0.0		15.5
ธันวาคม	0.0	0.8	1.1	0.0		0.5
	1222.90	993.70	954.60	1348.80		1077.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3-3 ตารางข้อมูลชั้นดิน ของกรมโยธาธิการ,กรมทรัพยากรธรณีและจากการบินสำรวจเพิ่มเติม ของพื้นที่ศึกษาเทศบาลเมืองหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

ลำดับ	พิกัด		หมู่บ้าน	หมู่ ตำบล	ชนิดของดินหิน															
	Easting	Northing			ท-1	ท-2	ท-3	ท-4	ท-5	ท-6	ท-7	ท-8	ท-9	ท-10						
1	744250	1859678	ร.ร. ร่องดูใต้	บ้านโกลก	C	0-1.52	S	1.52-54.9												
2	742505	1862056	ร.ร. บ้านหนองบัว	2 สักทอง	C	0-6.1	Sa	6.1-7.62	Sa	7.62-12.2	G	12.2-13.7	Sa	13.7-15.2	C	15.2-64	Ms	64-114.3		
3	737760	1859192	วัดสามเรียง	5 ฝ่ายนาแซง	Cs	0-7.6	C	7.6-27.4	S	27.4-48.8										
4	738650	1851550	วัดบ้านปากห้วยฯ	6 ตาลเดี่ยว	C	0-22.9	Sa	22.9-32	C	32-36.6										
5	739508	1858559	วัดบ้านสังขอย	0 หล่มสัก	L	0-1.5	Lc	1.5-7.6	Cs	7.6-13.7	C	13.7-33.5	Sa	33.5-39.6	C	39.6-45.7	Sa	45.7-48.7		
6	737694	1859098	ร.ร. บ้านวังใต้	5 ฝ่ายนาแซง	C	0-7.6	Sa	7.6-24.4	C	24.4-41.1	Sa	41.1-48.7								
7	737850	1861403	ฝ่ายนาแซง	2 ฝ่ายนาแซง	C	0-6	Sa	6-7.6	C	7.6-15.2	G	15.2-21.3	C	21.3-30.5						
8	742230	1856712	บ้านโกลก	3 บ้านโกลก	C	0-19.8	Sa	19.8-30.5	C	30.5-41.1	Sa	41.1-42.6	C	42.6-48.7						
9	738204	1855895	น้ำพุ	6 วัดป่า	C	0-94.4	Sa	94.4-96	C	96-106.7	Sa	106.7-128								
10	741501	1855020	นาหวด	12 บ้านโกลก	C	0-4.6	Sa	4.6-12.2	C	12.2-48.7										
11	739682	1857314	ร.ร. มัชฌิมหล่มสัก		C	0-15.2	F	15.2-32	F	32-45.7	F	45.7-56.4	S	56.4-79.5						
12	739210	1855971	สถานีอนามัยหล่มสัก		C	0-21.3	Sa	21.3-33.5	Si	33.5-51.8	G	51.8-53.3	Sa	53.3-54.8	Si	54.8-86.8	G	86.8-94.5	Si	94.5-152.4
13	743180	1855150	ร.ร. พงษ์พานเมืองฯ	1 บ้านหวาย	C	0-29.5	S	29.5-70.1												
14	740002	1859233	ร.ร. บ้านสังขอย	1 วัดป่า	C	0-33.5	Gs	33.5-36.5	C	36.5-125										
15	738596	1857006	บึงยาง	4 วัดป่า	C	0-10.6	Sa	10.6-13.7	C	13.7-24.3	F	24.3-27.4	C	27.4-30.4						
16	738207	1854716	วัดสามัคคีตมรังษัญญ์	5 วัดป่า	C	0-30.4														
17	740794	1859336	ร.ร. วัดศรีสมพร	1 ตาลเดี่ยว	C	0-53.3														
18	740256	1861145	สนามบินเก่า	สักทอง	Fe	0-9.1	C	9.1-57.9												
19	737700	1862300	สนามหญ้า	1 ฝ่ายนาแซง	C	0-38.1	Sc	38.1-45.7												
20	737695	1860591	วัดโพธิ์ตาก	3 ฝ่ายนาแซง	C	0-16.7	Sa	16.7-36.5												
21	742524	1857100	สถานีอนามัยบ้านโกลก	2 บ้านโกลก	C	0-15.2	Sc	15.2-24.3	C	24.3-30.4										
22	743245	1854944	วัดโพธิ์ชัย	1 บ้านหวาย	C	0-24.3														
23	739505	1856660	วัดไพโรสถ์ภักดาภิราม	หล่มสัก	C	0-53.3	F	53.3-60.9	C	60.9-67										
24	741002	1860270	ร.ร. บ้านสักทอง	สักทอง	L	0-4.5	Sa	4.5-9.1	Gs	9.1-15.2	Sa	15.2-16.7	Sc	16.7-22.8	C	22.8-54.8	Sc	54.8-67	C	67-125
25	743004	1862404	อนามัยบ้านหนองบัว	2 สักทอง	C	0-21.3	G	21.3-22.8	C	22.8-24.3	S	24.3-25.9								
26	740562	1854700	ร.ร. บ้านท่ากแพ	4 ตาลเดี่ยว	C	0-30.4														
27	739500	1856430	หินตมถ่านหญิงฯ	หล่มสัก	C	0-15	F	15-30	C	30-57	Sa	57-63	C	63-67						
28	739961	1856172	ชุมชนวัดทุ่ง	หล่มสัก	C	0-3.5	Csl	3.5-4.5	Cs	4.5-25	Sa	25-27								
29	738958	1857487	บึงยาง	8 วัดป่า	C	0-9	Csl	9-12.00	Sa	12.0-15	C	15-54	Sa	54-60						
30	740365	1855486	วัดทุ่งนันทราษฎร์	หล่มสัก	C	0-24	Sa	24-28.5												
31	736400	1856053	วัดสว่างอารมณ์	9 หนองไขว่	C	0-48	Cs	48-60	Sa	60-66	C	66-72								

ไม่ทำการแก้ไขใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางที่ ข-4 ตารางผลการเก็บตัวอย่างดินระดับต้น ของพื้นที่ศึกษาเทศบาลเมืองหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

พิกัด E	พิกัด N	ตำแหน่ง	ชั้นดิน	คำบรรยาย	ความลึก(ม.)		ld
					จาก	ถึง	
738647	1856209	1	clay	silty, brown to black, high plastic	0.00	0.40	2
			clay	silty, dark brown, compact	0.40	1.00	2
739738	1859528	2	clay	silty, brown, high plastic	0.00	0.25	2
			clay	silty, reddish brown, high plastic	0.25	0.65	2
			clay	silty, yellow brown, stiff	0.65	0.79	2
			silt	clayey, yellow stiff	0.79	1.00	3
739473	1859590	3	clay	silty, brown, high plastic	0.00	0.65	2
			sand	silty, brown	0.65	1.00	4
739340	1859599	4	sand	clayey, brown	0.00	1.00	5
741346	1859683	5	clay	silty, brown, high plastic	0.00	1.00	2
741143	1859751	6	clay	silty, brown, high plastic	0.00	1.00	2
741088	1859631	7	clay	silty, brown	0.00	1.00	2
739933	1859388	8	latterite	clay, reddish brown, high plastic	0.00	0.15	6
			clay	reddish brown, high plastic, stiff	0.15	1.00	1
740053	1859313	9	latterite	clay, reddish brown, high plastic	0.00	0.40	6
			silt	clayey, brown, medium plastic, compact	0.40	1.00	3
740384	1859312	10	clay	silty, brown, high plastic	0.00	0.30	2
			clay	silty, brown, compact	0.30	1.00	2
740485	1859462	11	clay	silty, brown, high plastic, compact	0.00	1.00	2
741391	1859334	12	clay	silty, brown, high plastic	0.00	0.80	2
			clay	latterite, brown to red, high plastic	0.80	1.00	7
741573	1859313	13	clay	silty, brown, high plastic	0.00	1.00	2
741783	1859340	14	clay	silty, brown, high plastic	0.00	0.60	2
			clay	sandy, brown, high plastic	0.60	1.00	8
738120	1859327	15	clay	silty, brown to black, high plastic	0.00	1.00	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้วยการดัด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-4 (ต่อ) ตารางผลการเก็บตัวอย่างดินระดับต้น ของพื้นที่ศึกษาเทศบาลเมืองหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

พิกัด E	พิกัด N	ตำแหน่ง	ชั้นดิน	คำบรรยาย	ความลึก(ม.)		ld
					จาก	ถึง	
737760	1859346	16	clay	silty, brown,high plastic	0.00	0.70	2
			clay	gravelly, brown, high plastic	0.70	1.00	9
737248	1859032	17	clay	silty, brown, high plastic, stiff	0.00	0.50	2
			clay	gravelly, yellow, compact	0.50	1.00	9
736312	1857521	18	clay	silty, brown,high plastic, stiff	0.00	0.45	2
			clay	gravelly, yellow, compact	0.45	1.00	9
736490	1856886	19	clay	silty, brown, high plastic	0.00	0.30	2
			clay	gravelly, reddish brown, high plastic	0.30	1.00	9
731971	1857313	20	clay	silty,dark brown, high plastic	0.00	0.50	2
			clay	yellow to brown, high plastic	0.50	1.00	1
738327	1857284	21	clay	silty, brown, high plastic	0.00	1.00	2
738930	1857414	22	clay	silty, brown high plastic	0.00	1.00	2
739183	1857403	23	clay	silty, brown high plastic	0.00	1.00	2
739410	1857562	24	clay	silty, brown high plastic	0.00	1.00	2
739621	1857624	25	silt	clayey, brown to black, medium plastic	0.00	0.55	3
			laterite	clay, brown to black, compact	0.55	1.00	6
739775	1857540	26	laterite	clay, compact	0.00	1.00	6
739983	1857533	27	clay	silty, brown, medium plastic	0.00	1.00	2
740198	1857459	28	clay	silty, brown, high plastic	0.00	1.00	2
740296	1857476	29	clay	silty, brown, high plastic	0.00	1.00	2
741051	1857224	30	clay	silty, brown, high plastic	0.00	1.00	2
736825	1856210	31	clay	silty, dark brown, high plastic	0.00	1.00	2
736984	1856151	32	clay	silty, brown, high plastic	0.00	0.70	2
			silt	clayey, brown, medium plastic	0.70	1.00	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ลงสู่สาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาตจากทางต้นสังกัด และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีงานนำไปใช้

ตารางที่ ข-4 (ต่อ) ตารางผลการเก็บตัวอย่างดินระดับต้น ของพื้นที่ศึกษาเทศบาลเมืองหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์

พิกัด E	พิกัด N	ตำแหน่ง	ชั้นดิน	คำบรรยาย	ความลึก(ม.)		ld
					จาก	ถึง	
737566	1855942	33	clay	silty, brown, high plastic	0.00	1.00	2
737809	185070	34	clay	silty, brown, high plastic	0.00	1.00	2
738419	1855090	35	clay	silty, brown, high plastic	0.00	0.80	2
			silt	clayey, brown, medium plastic	0.80	1.00	3
740185	1856178	36	clay	silty, dark brown, high plastic	0.00	1.00	2
740444	1856175	37	clay	silty, dark brown, high plastic	0.00	1.00	2
740498	1856296	38	clay	silty, dark brown, high plastic	0.00	1.00	2
740996	1856359	39	clay	silty, dark brown, high plastic	0.00	1.00	2
738182	1854805	40	clay	silty, dark brown, high plastic	0.00	1.00	2
738361	1854623	41	clay	silty, dark brown, high plastic	0.00	0.80	2
			silt	clayey, brown, medium plastic	0.80	1.00	3
739076	1855318	42	clay	silty, dark brown, high plastic	0.00	1.00	2
739819	1854806	43	clay	silty, dark brown, high plastic	0.00	0.65	2
			silt	clayey, brown, high plastic	0.65	1.00	3
740160	1854924	44	clay	silty, dark brown, high plastic	0.00	1.00	2
740764	1855151	45	clay	silty, dark brown, high plastic	0.00	1.00	2
737250	1854810	46	clay	silty, dark brown, high plastic	0.00	1.00	2
740958	1854001	47	clay	silty, dark brown, high plastic	0.00	1.00	2
739650	1858461	48	latterite	clay, compact	0.00	1.00	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-5 ตารางแสดงค่าคุณสมบัติการไหลของน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา จากการคำนวณโดยใช้โปรแกรม GWV

NO.	Easting	Northing	ID	T(m <sup>2</sup> /day)	B(m)	K(m/day)
1	739993	1857164	1	13.14	4	3.29
2	740156	1857356	1	3.44	5	0.69
3	740050	1858175	1	9.54	3	3.18
4	738207	1854716	1	13.67	3.5	3.91
5	740029	1856057	1	3.48	4	0.87
6	738958	1857487	1	15.30	6	2.55
7	738490	1856686	1	7.20	3	2.40
8	738036	1856091	1	6.95	5	1.39
9	740218	1854570	1	6.70	6	1.12
10	739789	1854998	1	5.38	5	1.08
11	736459	1856056	1	1.17	3	0.39
12	736871	1856198	2	105.11	4	26.28
13	739984	1857018	2	14.44	3.4	4.25
14	740536	1855461	1	10.70	6	1.78
15	739501	1858550	1	3.98	6	0.66
16	740280	1855140	2	9.32	3.85	2.42

หมายเหตุ

ID = ชนิดของบ่อที่ทำกรสูบทดสอบ

T = ปริมาณการไหลของน้ำผ่านหินกักเก็บพื้นที่ 1 m<sup>2</sup>

ที่มีความหนาเท่ากับความหนาของชั้น aquifer มี hydraulic gradient 100%

B = ความหนาของชั้นน้ำ (เมตร)

K = ค่าคุณสมบัติการไหล(เมตร/วัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้